Büchner, Ludwig

Licht und Leben drei allgemeinverständliche naturwissenschaftliche Vorträ
ge als Beiträge zur Theorie der natürlichen Weltordnung

Leipzig 1882

Büchner

Licht und Leben.

Drei allgemeinverständliche naturwissenschaftliche Vorträge

als Beiträge

zur

Theorie der natürlichen Weltordnung.

Von

Prof. Dr. **Ludwig Büchner,**

Verf. von „Kraft und Stoff" u. s. w.

Leipzig,

Verlag von Theodor Thomas.

1882.

Druck von W. Hartmann in Leipzig-Neudnitz.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Aus dem Geistesleben der Thiere

oder

Staaten und Thaten der Kleinen.

Von

Prof. Dr. Ludwig Büchner.

Dritte sehr vermehrte Auflage. 26 Bogen. Preis gebunden 5 Mark.

Dieses Buch ist bei seinem Erscheinen von der gesammten Kritik mit ungewöhnlichem Beifall aufgenommen worden, wie folgende **„Urtheile der Presse“** beweisen mögen:

(Berliner Bürger-Zeitung). Der durch seine vorzüglichen Schriften im ganzen deutschen Vaterlande rühmlichst bekannte Forscher schildert in dieser Schrift das wunderbare Gesellschaftsleben der Bienen und Ameisen. Es ist staunenswerth, welche feinen nnd interessanten Züge Büchner diesen eigenartigen Thieren abgelauscht hat. Man liest das Buch mit der größten Spannung und staunt über die Organisation und die zweckvolle Thätigkeit dieses Staates im Kleinen. Die Lektüre des Buches empfiehlt sich gleichmäßig für Erwachsene wie für Kinder mittleren Alters, und kein Leser wird ohne erhebliche Belehrung dasselbe aus der Hand legen.

(Ueber Land und Meer). „Ludwig Büchner's Schriften sind immer interessant, sei es durch die pikante Behandlung, welche er realphilosophischen Fragen zu geben weiß, sei es durch die geschickte Verwerthung wissenschaftlichen Materials für seine Tendenz. Das Interessanteste jedoch, was bisher aus der Feder dieses lebensvollen Autors floß, dürfte sein neuestes Werk: „Aus dem Geistesleben der Thiere“ sein. Es ist eine Darstellung der Thierseelenkunde auf Grund wissenschaftlicher Thatsachen und bringt vieles Bekannte; wie jedoch der Autor z. B. das Leben der Ameise schildert, die Ameisenrepublik, Haus- und Wegebau, die ackerbautreibende Ameise, die Viehzucht und Milcherei des merkwürdigen Insektes, ferner den Staat der Bienen, die Jagd der Spinnen ꝛc., das macht dieß Buch einzig in seiner Art. Es funkelt so zu sagen von Geist und hat ein Leben des Vortrags, eine Charakteristik der Thierindividuen, spannt die Erwartung der Leser und rundet die einzelnen Kapitel ab fast wie eine gute Novelle. Das Buch wird sicher Glück machen.“

(Oestreichische Post). Daß das Geistesleben der Thiere jedenfalls ein ausgedehnteres ist, als man bisher annahm, wird wohl jedermann zugeben, der Gelegenheit suchte und fand, die verschiedenen Thiere sozusagen in ihrer Häuslichkeit genau und mit Verständniß zu beobachten. Büchner hat dies, u. z. mit Vorliebe bei den Kerfthieren gethan. In dem angekündigten Buche erzählt uns der Verfasser reizende Geschichten, fast ganze Romane aus dem Leben der Ameisen, Bienen, Wespen und Käfer. Büchner ist in das innere und äußere Leben dieser kleinen Thiere mit wissenschaftlichem Geiste eingedrungen, und können wir das splendid ausgestattete Buch allen Jenen auf das Wärmste empfehlen, die sich für die Grenzen zwischen Verstand und Instinkt im Thierleben interessiren.

(Wiener „Neue Freie Presse“). „Bücher wie das vorliegende muß man, wenn man sie gebührendermaßen würdigen will, excerpiren, nicht beurtheilen, denn das interessante Material, das sie enthalten, begründet in erster Linie ihr großes und unanfechtbares Verdienst. Der Name des Verfassers bürgt für die Gabe. Dr. Ludwig Büchner bietet einen Beitrag zur Thierpsychologie, indem er das Leben der Kerfthiere einer wissenschaftlichen Betrachtung unterzieht. Eigene und fremde Wahrnehmungen gestatten ihm, ein reizendes Bilderbuch zuwege zu bringen, in welchem die Ameisen und Spinnen, die Bienen, Wespen und Käfer sozusagen als Concurrenten des Menschen erscheinen, sofern nämlich das, was man Seele, Instinkt, Verstand oder Vernunft nennt, dabei in Frage kommt. Die Ameisen und Bienen sind mit Vorliebe in all ihrem Dasein und Thun dargestellt, so liebevoll und sinnig, daß man vor diesen kleinen Kostgängern der Natur ordentlich Respect bekommt. Ein wenig Polemik ist auch dabei, nicht in der Form, aber in der Sache. Denn das gesammte, sehr vortheilhaft ausgestattete Buch ist eigentlich ein Argument gegen die subtile philosophische Scheidung zwischen Verstand und Instinkt. Die weisen „Kleinen“ haben da einen beredten Fürsprecher gefunden, welchem Alle, die sich einen offenen Sinn für die Natur erhalten haben, gerne zuhören werden.“

(„Lübecker Zeitung“). „Der rühmlich bekannte Verfasser geht von dem Grundsatz aus, daß die erneute Erkenntniß von der großartigen Einheit der Gesammtnatur und davon, daß dasselbe geistige Princip, mag man es nun Vernunft, Verstand, Seele oder Instinkt nennen, die ganze organische Stufenleiter, wenn auch in den mannichfaltigsten Abstufungen, von Unten bis Oben durchdringt. Hiernach hat derselbe den Kreis seiner Betrachtungen wesentlich beschränkt auf das verhältnißmäßig enge und doch wieder unendlich weite und reiche Gebiet der intelligenten Insecten und Kerfthiere, insbesondere der Ameisen, und hat es verstanden, auf diesem Gebiet einen Roman aus der Thierwelt zu schreiben, der für jeden Gebildeten von höchstem Interesse ist. Möge das Buch dem Publikum auf's Beste empfohlen sein.“

„Das Geistesleben der Thiere ist ein weit höheres und complicirteres, als man bisher in der Regel annahm; selbst die tiefer stehenden Klassen, von denen hier zumeist die Rede ist, die der Insecten und Kerfthiere, vorzugsweise der Ameisen, Bienen, Wespen und Spinnen, liefern in überreicher Fülle die schlagendsten Beweise für die wunderbaren Naturanlagen, mit denen sie begabt sind. Wenn auch Vieles von dem hier Mitgetheilten romanhaft klingt, so beruht doch Alles auf wissenschaftlicher Forschung oder eigener Erfahrung zuverlässiger und unter einander übereinstimmender Beobachter, sodaß kein Zweifel gegen die Wahrheit aufkommen kann. Der rühmlichst bekannte Verfasser beschränkt sich auf ein verhältnißmäßig kleines und dabei doch so reiches Gebiet der Thier-Psychologie, behandelt dasselbe in eingehendster Weise und gruppirt das Material viel übersichtlicher, als es sonst in derlei Arbeiten zu geschehen pflegt. Die Darstellung ist durchweg populär und giebt uns überaus fesselnde Bilder von den Staaten und Thaten der Kleinen. Auch abgesehen von der philosophischen Bedeutung oder Tragweite der hier mitgetheilten Beobachtungen, gewährt die Lectüre des Buches dem denkenden Leser ein geistiges Vergnügen ganz besonderer Art.“

(„Zoologischer Garten“). „— — Mit großer Umsicht hat der Verfasser zu diesem Zwecke die reiche Literatur über diese Geschöpfe studirt und aus ihr das Leben derselben wie „einen Roman aus der Thierwelt“ dem Leser vorgeführt. Wir machen mit Vergnügen auf das schöne Buch aufmerksam und verweisen noch insbesondere auf die Einleitung, die Geschichtliches über Thierseelenkunde und Auseinandersetzungen über den sogenannten Instinkt nach der Ansicht der wichtigsten Autoren enthält.“

(Dresdner Journal). „Die speciellen Forschungen der neuern Naturkunde führen bei verschiedenen Thierklassen zu Ergebnissen, die in das Gebiet der romanhaften Erfindungen verwiesen werden könnten, wenn sie nicht die Haltbarkeit der Thatsachendarstellung für sich hätten. Das dadurch wachgerufene Interesse geht weit über die Grenzen der Gelehrtenwelt hinaus, es verdient alle Kreise der denkenden Menschen zu fesseln. Es wird von unsern Mitgeschöpfen, ja oft von den scheinbar geringsten derselben, ein Schleier gelüftet, der ihre staunenswerthe Intelligenz, ihre allmähliche Bildung, ihre reiche Beseelung in tausend Parallelen zum Menschen und Menschenleben offenbart.

Der Verfasser hat sich das Verdienst erworben, über Ameisen, Termiten, Bienen, Wespen, Spinnen und einige Käfer das Facit der bisherigen Ergebnisse anschaulich zu machen. Er hält sich an die Arbeiten der besten Namen und bietet den Lesern eine zum Theil neue, zum Theil vielfach ergänzte Welt im Kleinen. Alles ist Leben, bewußte Absicht, Methode, zur Entwickelung gelangte Tradition u. s. w., u. s. w.“

(„Didaskalia“). „Aus dem Geistesleben der Thiere, oder Staaten und Thaten der Kleinen“, von Dr. Ludwig Büchner. Wie der Doppeltitel ahnen läßt, schildert Büchner in der vorliegenden Schrift das eigenartige Staats- und Gesellschaftsleben der Bienen und Ameisen. Mit großem Fleiße ist alles einschlägige Material zusammengetragen und zu anmuthig gehaltenen Essays verarbeitet. Auf eigener Beobachtung des Verfassers beruht nur der geringste Theil des Mitgetheilten. Dafür sind die Schlußfolgerungen, welche aus den erzählten Thatsachen auf die allmähliche, intellectuelle Entwicklung der Insecten und ihrer Staatengeschichte gezogen werden, zum größeren Theile neu.“

(Ebenda). „Wir machen unsere Leser wiederholt auf das interessante Buch aufmerksam.“ — „Wir müssen mit einer nochmaligen Verweisung auf das treffliche Werk hier abbrechen.“ —

(„Rostocker Zeitung“). „— — Das Werk zeigt bis zur Evidenz, daß das innere Leben der Thiere ein viel höher organisirtes und feiner angelegtes ist, als man bisher durchschnittlich anzunehmen gewohnt war. Büchner kennt, wie eine Menge von mitgetheilten Beobachtungen zeigt, die hier behandelten Thierclassen aus jahrelangem regem Verkehr mit denselben und hat neben den eigenen die Erfahrungen competenter Beobachter in Fülle gesammelt. Er hat es verstanden, sie lichtvoll zu ordnen und übersichtlich zu gruppiren, das Material zu sichten und den Stoff zu rubriciren und so ein eindrucksvolles Ganzes zu schaffen, das für den Mann der wissenschaftlichen Forschung ebenso interessant, wie für den Laien lehrreich ist. — —

Gegenüber den unfruchtbaren Reflexionen, an welchen unsere naturphilosophischen Werke so reich sind, berührt die durchweg thatsächliche Art, mit welcher Büchner seine Beweise führt, doppelt angenehm. Wir begegnen in seinem Buche keinen langathmigen Excursen philosophischer Art, wie das Thema wohl erwarten läßt, sondern gehen von Seite zu Seite an dem Faden sachlicher Darstellung durch das Reich der Natur.

Unter den Gebildeten dürften nur Wenige sein, die dem Seelenleben des Thieres nicht ein mehr oder minder reges Interesse entgegenbringen. Beschäftigt doch der Gegenstand nicht nur den Forschungstrieb in uns, er spricht auch zu unserem Gemüth und regt unsere Phantasie an. So lange die Menschheit besteht, sind unsere thierischen Mitgeschöpfe stets ein Gegenstand lebhaften Interesses gewesen, und die Bücher alter und neuer Zeiten legen hierfür beredtes Zeugniß ab. So darf denn wohl auch dieses neueste Buch über das Thierleben in weitesten Kreisen einer interessevollen Aufnahme gewiß sein. Es ist als das Erzeugniß eines fleißigen Forschers und liebevollen Erzählers der allgemeinen Beachtung gewiß würdig.“

(„Nürnberger Correspondent von und für Deutschland“). „Der berühmte Verfasser von „Kraft und Stoff“ gibt in diesem Werke scharfsinnige Beobachtungen der Insekten-Welt. — — — Es ist ein wundervolles Bild, das der Verfasser hier vor uns aufrollt. — — So wird aus einer Menge von Resultaten der schärfsten Beobachtung der Beweis für das geistige Leben der Thiere geliefert. Man könnte bei der Lektüre dieses Buches glauben, es mit Gebilden der Phantasie zu thun zu haben, wenn nicht der Ernst der Wissenschaft durch alle diese Einzelnheiten hindurch sich so entschieden geltend machen würde. Wie dieses Werk Büchner's seiner ganzen Anlage und Ausführung nach überhaupt für alle denkenden Menschen bestimmt ist, welche Gefühl und Verständniß für die Thierwelt haben, so darf es wohl auch für den Weihnachtstisch als Geschenk für die bereits in ihrem Bildungsgange vorgeschrittene Jugend mit vollstem Rechte empfohlen werden.“

(„Bienenvater aus Böhmen“). „Jeder intelligente Bienenzüchter und Naturfreund sollte sich das Buch anschaffen.“

(„Wiener Morgenpost“). „Nicht romantisch und wunderbar, sondern geradezu komisch klingt es, wenn man von einem Geistesleben der winzigen, unbeachteten Thierchen spricht, die der Besen der Magd von den Wänden kehrt und vernichtet. Und doch besitzen die Spinnen solch' ein Geistesleben, und zwar ein höchst interessantes, der aufmerksamsten Erforschung würdiges, dessen Schilderung ebenso fesselt als überrascht. Ludwig Büchner macht uns hierüber in seinem neuesten, soeben erschienenen Werke: „Aus dem Geistesleben der Thiere“ oder „Staaten und Thaten der Kleinen“ die merkwürdigsten Mittheilungen. Wiewohl seine wundersamen Aufschlüsse über die Thierstaaten, besonders die Republik der Ameisen, deren Wohnungs- und Ackerbau, Viehzucht, Geberden- und Tonsprache, Kriegführung, Schlachten und ihre Soldaten-Einrichtung, ferner über die Staatsverfassung der Bienen und das Familienleben der Wespen das höchste Interesse beanspruchen, greifen wir hier aus der Fülle des in dem Werke aufgespeicherten Materials einige Mittheilungen des gelehrten Forschers über das Leben der Spinnen heraus, die besonders anregend erscheinen. —“

Verlag von **Theodor Thomas** in **Leipzig**.

Druck von W. Hartmann in Leipzig-Reudnitz.

Das Evangelium der Natur.

Ein Buch für jedes Haus

von

Heribert Rau.

Fünfte, neu bearbeitete und verbesserte Auflage mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen und dem Bildniß des Verfassers.

48 Bogen. 8°. Preis M. 6.—, in Leinwand geb. M. 7.—; auch in 12 Lieferungen à 50 Pfg. zu beziehen.

Urtheile der Presse:

(Casseler Tagespost). Seit die Naturwissenschaften nicht mehr ausschließlich geistiges Eigenthum von Gelehrtenkreisen sind und das größere Publikum um der Wechselwirkung willen von Industrie und Wissenschaft ein berechtigtes Interesse an den Errungenschaften der letzteren hat, bedarf man solcher Werke, die in faßlicher Art auch dem Laien das Verständniß der verschiedenen naturwissenschaftlichen Disciplinen näher bringen. Heribert Rau's Werk hat hierin ganz den richtigen Ton angeschlagen und sich vor allen Anderen bewährt, das beweist die Nothwendigkeit einer abermaligen neuen Auflage desselben. Ihrer Herausgabe hat sich der Sohn des verdienstvollen Autors unterzogen und in dem sie begleitenden Vorwort zugleich darauf hingewiesen, daß ihm hierbei tüchtige Männer der Wissenschaft zur Seite gestanden, welche dafür Sorge getragen, den Stand der Forschungen zu berücksichtigen. Möge demnach das populäre Evangelium der Natur recht segenbringend der Verbreitung von Wahrheit, Aufklärung und Fortschritt dienen.

(Mannheimer Journal). Wenn ein Werk sich solchen Absatzes zu erfreuen hat, daß zu einer fünften Auflage geschritten werden kann, so ist das das beste Zeugniß für dessen innern Werth. Als das „Evangelium der Natur" im Anfange der 50er Jahre zum ersten im T. Löffler'schen Verlage in Mannheim (woselbst Heribert Rau damals lebte) erschien, machte es bedeutendes Aufsehen, die populäre Weise, in welcher der Verfasser die Leser in den Geist der Naturwissenschaften einführte, gewann ihm vollauf die Sympathien des Publikums, man lieh dem Werke in allen Kreisen die förderſamste Unterstützung, weil man erkannte, daß Nichts mehr dazu geeignet ist, allgemeine Bildung zu verbreiten, als die Kenntniß der ewigen Naturgesetze, um die Wunder des Weltalls klar beurtheilen zu können, Vorurtheile zu zerstreuen, welche an der Hand egoistischer Leiter den Aberglauben hegen und den Menschen von einer Selbstständigkeit abwenden, welche allein wahrhafter Sittlichkeit zur Basis dient.

(Pfälzischer Kurier). Schon früh hatte der Verfasser erkannt, heißt es in dem Vorworte des obigen Werkes, daß in unserem Jahrhundert der allgemeinen Aufklärung und der so unendlich gesteigerten geistigen Anforderungen an einen jeden einzelnen Menschen auch ein Jeder durch Erkenntniß der ewigen Naturgesetze sich ein Bild des Wesens im Weltall machen müsse, um als gebildeter Mensch im Stande zu sein, mit klarem Sinne die tausendfältigen Wunder zu beurtheilen, welche uns die verschiedenen Wissenschaften fortwährend enthüllen. Dies in leicht faßlicher Weise darzustellen, war die hohe Aufgabe Heribert Rau's, die er auch glücklich gelöst haben dürfte. —

(Rheinischer Kurier). Das vorliegende Buch ist in seinen früheren vier Auflagen in Tausenden von Exemplaren über die ganze Erde verbreitet. Der Zweck des (vor mehreren Jahren verstorbenen) Verfassers, die Errungenschaften der Naturwissenschaften Jedem zugänglich zu machen, die tausendfältigen Wunder, welche die verschiedenen Wissenschaften fortwährend enthüllen, in leicht faßlicher Form zum allgemeinen Verständniß zu bringen, ist in dem „Evangelium der Natur" in seltener Weise erreicht. Die neue Auflage kann um so mehr empfohlen werden, als in ihr von berufener Hand die neuesten Fortschritte in den Naturwissenschaften überall berücksichtigt sind.

(Wiesbadner Tageblatt). Der Titel des Buches war s. Z. in so lebhaften Curs gekommen, wie ein geflügeltes Wort, und das Buch hat seine rasch gewonnene Popularität verdient, denn es war ein Mauerbrecher für Naturwissenschaft in Volksklassen, denen die systematische Lehre weniger zugänglich war. Daß es noch heute in erneuerter (5. Auflage) vor uns tritt, beweist, daß sein innerer Werth ständig ist, denn wer sich in Ermangelung an sachlicher Ausbildung dennoch über das Wesentliche von Astronomie, Geologie, Botanik, Anatomie, Zoologie, Phsik und Chemie hinreichend unterrichten will, findet in dem „Evangelium der Natur", das seine auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft begründete resp. revidirte Belehrung in sokratischer Methode gibt, einen recht zweckentsprechenden Führer und Lehrer.

(Frankfurter Presse). Mit der soeben ausgegebenen 12. Lieferung ist die fünfte, neu bearbeitete und verbesserte Auflage von Herib. Rau's berühmten Werke „Das Evangelium der Natur" zum Abschluß gelangt. Auf 755 Seiten gr. Octav schönen, weißen Papiers enthält dies Buch in scharfem splendidem Druck das Wissenswertheste aus allen Bereichen der Schöpfung, und dies in zwar populärer, dabei aber edler, oft schwungvoller und hinreißender Sprache, die durch die gewählte Gesprächsform zwischen einem „Meister" und seinen „Jüngern" noch einen erhöhten Reiz des Vortrags erhält. In 7 Abschnitten durchwandern wir an der Hand des Verfassers: den Sternenhimmel; die Erdbildungsgeschichte; das Pflanzenleben; den menschlichen Organismus; das thierische Leben; das Reich der Physik und der Chemie. Zahlreiche erläuternde Holzschnitte im Texte tragen zu dessen besserem Verständnisse noch wesentlich bei, und ist überdies das sehr ähnliche Bild des Verfassers dem hochverdienstlichen Werke beigegeben, welches bei seinem ersten (Anfangs anonymen) Erscheinen einen wahrhaft sensationellen Erfolg hatte, in fremde Sprachen mehrfach übersetzt wurde, und, man kann es wohl sagen, die Reise um die Welt gemacht, und Licht in die Köpfe von Hunderttausenden getragen hat. Und so möge dieses „Evangelium der Natur" Ihres verstorbenen Mitbürgers denn auch in seiner neuesten Gestalt wieder hinaus in die Welt gehen, ein beredter Apostel der Aufklärung und der Humanität! Der äußerst mäßige Preis von 6 Mark empfiehlt es noch ganz besonders als Weihnachtsgeschenk für die reifere Jugend, sowie für den deutschen Bürgerstand, der den Trieb nach höherer Bildung empfindet, und doch nicht die Zeit hat, sich in das Studium umfangreicher gelehrter Werke zu vertiefen.

(Literarischer Merkur). Die Vorzüge des Rau'schen Werkes sind bekannt und die Bedeutung Rau's für die Popularisirung der Naturwissenschaften ist ebenso anerkannt wie sein Verdienst um Beethoven und Mozart, deren Wirken und Schaffen er in trefflichen, bisweilen nur etwas zu panegyrischen Lebensbildern dem deutschen Volke auf's Liebevollste erschlossen hat. Jetzt liegt nun dieses populäre Compendium der Naturwissenschaften in fünfter Auflage vor. Neben der lichten Klarheit des Stils, der übersichtlichen Anordnung des reichen Inhalts und der durch meist glücklich getroffene Dialogform belebten und stets frischen Darstellungsweise der früheren Auflagen zeigt die fünfte, vom Sohne des Verfassers bearbeitete Auflage noch einen weiteren Vorzug: die Berücksichtigung der neuesten Fortschritte in den Naturwissenschaften, wie sie gerade in den letzten Jahren so großartig und überraschend hervorgetreten sind. Selbst wer der Entwickelung der speculativen und experimentellen Naturwissenschaften in der letzten Zeit aufmerksam gefolgt ist, wird hier, wo die Einzelheiten der Forschungen und Ergebnisse organisch entwickelt und zusammengestellt werden, immer noch neue Gesichtspunkte gerade aus dem Ineinandergreifen der einzelnen Disziplinen für sich gewinnen.

(Museum, Beibl. z. Neuen frankfurter Presse). Es war ein glücklicher Gedanke des verstorbenen freireligiösen Schriftstellers und Predigers Heribert Rau, die Ergebnisse der neuzeitlichen Wissenschaft in Form eines vom edelsten Humanismus durchwehten Gespräches zwischen einem Meister und seinen Jüngern zu popularisiren. Und mit der ihm eigenen eminenten Energie und Arbeitskraft sowie Aneignungsfähigkeit führte Rau den Gedanken durch, und so entstanden denn nach und nach die Abtheilungen: Der Sternenhimmel. Die Erdbildungsgeschichte. Blicke in das Pflanzenleben. Die Wunder des menschlichen Körpers. Blicke in das Thierleben. Das Reich der Physik. Das Wissenswertheste im Reich der Chemie.

Der Erfolg dieses Anfangs anonym erschienenen Buches war enorm! Nach und nach in 4 starken deutschen Auflagen erschienen, und in mehrere europäische Sprachen übertragen, machte das „Evangelium der Natur" seinen Lauf über die halbe Erde. Nun ist eine neue, die fünfte deutsche Auflage erschienen, die sich auch als „neu bearbeitet und verbessert" ankündigt. Druck und Papier sind überdies vorzüglich, keine von jener „augenmörderischen" Sorte, wie sie leider so oft eine böse Mitgabe unserer „populären Literatur" ist; das Werk überdies mit dem sehr ähnlichen Bildniß des dem Leben und seinem Wirken zu früh entrissenen Verfassers, eines Bürgers Ihrer Stadt, geschmückt. Und so möge denn dies neueste Evangelienbuch, welches, die Freude der Freunde des Lichts, das Aergerniß aller Dunkelmänner, schon so viel Aufklärung in die Welt und die Menschen trug, auch in seiner letzten Verjüngung den Weg in „jedes Haus" finden, zu dem es der Verfasser geweiht!

(Didaskalia). Wir haben eine große Sympathie für dieses Buch, so summarisch es auch in den einzelnen Abschnitten die Naturkunde durchmustert. In der Jugend — und für diese und die Laien ist es vornehmlich geschrieben — wird eine Darstellung, wie sie Rau hier gibt, mit schwärmerischen Augen betrachtet und hilft häufig, zum ernsteren Studium anzuspornen. Die Darstellung ist von wirklicher Poesie, sie nimmt den Gegenstand keineswegs flüchtig. Rau hatte ein großes Talent, populär-erzählend und in seinen Vorlesungen wahrhaft fesselnd wissenschaftliche Fragen zu behandeln.

(Mainzer Zeitung). Welchen Einfluß die Naturwissenschaften auf das ganze Leben der Neuzeit üben, wie sie bereits begonnen haben, das Leben umzugestalten, das zeigt uns jeder Blick auf unsere Tage. Die Naturwissenschaften sind berufen, die Völker zu befreien von vieltausendjährigem Aberglauben urd seinen verderblichen Folgen, sie sind Erlöser der Menschen. Erfreulich ist es daher wahrzunehmen, wie die Kenntniß dieser Wissenschaften aus den Hörsälen der Gelehrten allmälig in das Volk eindringt, diesem Zwecke haben viele in der Neuzeit erschienene populär naturwissenschaftliche Bücher und Zeitschriften, diesen Zweck hat auch das oben genannte mit so großem Beifall aufgenommene, nun in der fünften neu bearbeiteten und verbesserten Auflage erscheinende Buch von Heribert Rau. Dieses Buch unterscheidet sich aber von den ähnlichen vornehmlich durch die Form der Darstellung. Nach Art der biblischen Evangelien stellt der Verfasser einen weisen und menschenfreundlichen Mann als „Meister", umgeben von seinen Jüngern dar, und die Jünger über die wichtigsten Ergebnisse der Naturwissenschaften belehrend. In solcher gemüthvollen Weise ohne vorhergehendes wissenschaftliches Studium und ohne besondere Vorkenntnisse zu bedürfen, ohne große Geistesanstrengung gelangt nun auch der Leser dieses Buches in den Besitz der wünschenswerthesten Kenntnisse von dem großen Schauplatze des Menschenlebens, von der Natur ihrer Gesetze und ihrer wunderbaren Ordnung. Leser, denen die naturwissenschaftlichen Forschungen der Neuzeit und ihre Ergebnisse bisher noch unbekannt waren, werden dieselben in diesem Buche staunend und bewundernd kennen lernen, das Buch wird ihnen ein Buch wirklicher Andacht werden, einer Andacht, höher als sie der Kirchenglaube jemals bieten konnte. Die Naturwissenschaften der Neuzeit enthalten in der That ein Evangelium, eine frohe Botschaft für die Zukunft der Menschheit. Die Darstellungsweise des Verfassers und seine bekannte schwungvolle Schreibweise erleichtert es dem Leser des Buches die erhabene Religion und Andacht, welche in den Naturwissenschaften liegt, zu erfassen. Die Betrachtungen des Buches erstrecken sich auf das ganze Gebiet der Naturwissenschaften von den Wundern des Sternenhimmels, des Erdlebens, bis zum Wunderbau unseres eigenen menschlichen Leibes. Somit können wir das Buch jedem, der in den Mühen und Arbeiten des Kampfes um's Dasein das Interesse für ideales und geistiges Leben nicht verloren hat, angelegentlich empfehlen.

(Offenbacher Zeitung). Das Buch wurde Anfangs der 50er Jahre zum ersten Male der Oeffentlichkeit übergeben und sofort überall wegen seiner populären Sprache und des doch tiefen Geistes, welcher aus demselben weht, hoch willkommen geheißen; ja, es hat sich mit rapider Schnelligkeit über die ganze Erde verbreitet. Heribert Rau Sohn hat die Bearbeitung der fünften Auflage übernommen und das Werk im Sinne der neueren Forschung ergänzt und berichtigt. Es ist in sechs Bücher eingetheilt, und behandelt das erste Buch (stets in allgemein verständlicher anziehender und nicht ermüdender Weise) die Astronomie, das zweite die Geologie, das dritte die Botanik, das vierte die Anatomie. das fünfte die Zoologie, das sechste das Reich der Physik. Dem Werke sind zahlreiche ergänzende Abbildungen beigegeben und ist es auch mit einem wohlgelungenen Portrait des Verfassers geziert. Eine höchst dankenswerthe Einrichtung ist es noch, um das Buch allgemein zugänglich zu machen, daß es in 12 Lieferungen à 50 Pf. erscheint, man ist daher in der Lage, sich nach und nach einen Hausschatz anzulegen, der angenehm und im höchsten Grade nützlich ist.

Verlag von **Theodor Thomas** in **Leipzig.**

Licht und Leben.

Drei allgemeinverständliche naturwissenschaftliche Vorträge

als Beiträge

zur

Theorie der natürlichen Weltordnung.

Von

Prof. Dr. **Ludwig Büchner,**

Verf. von „Kraft und Stoff“ u. s. w.

Leipzig,

Verlag von Theodor Thomas.

1882.

I.

Die Sonne
und ihre Beziehung zum Leben.

II.

Der Kreislauf der Kräfte
und der Welt-Untergang.

III.

Zur Philosophie der Zeugung.

„Die Thatsachen der Natur und die logische Verknüpfung derselben — dies sind die einzigen Hülfsmittel des Geistes, der einem ihm vorliegenden Problem nachsinnt."

Du Prel.

„Was sind die ärmlichen Vorstellungen der Religion von der Welt und dem Dasein im Vergleich mit der auf positiv umfassender Forschung beruhenden Denker-Vorstellung vom Weltall!"

Dühring.

„Ein Mantel, aus Unkenntniß, Unwissenheit und Vorurtheil gewebt, hemmt überall den Ausblick des Menschen nach der Sonne der Erkenntniß. Die Wissenschaft jedoch bohrt Loch auf Loch und reißt den Mantel in Fetzen."

Prof. M. Benedikt.

Vorwort.

Die vorliegende Schrift ist, wie die Mehrzahl der Schriften des Verfassers, aus einer Anzahl öffentlicher Vorträge entstanden, welche derselbe im Laufe des abgelaufenen Jahrzehnts in verschiedenen Städten Europas und Amerikas gehalten hat. Die Form des Vortrags wurde in diejenige einfacher Abhandlungen verwandelt, welche selbstverständlich in ihrer Ausdehnung diejenige eines ein- bis zweistündigen Vortrags weit überschreiten — theils durch ausführlichere oder detaillirtere Behandlung des Gegenstandes selbst, theils durch Hinzufügung neuerer Forschungsresultate, theils durch Beigabe erläuternder oder einzelne Punkte, die nicht nothwendig in den textlichen Zusammenhang gehörten, weiter ausführender Anmerkungen. Die beiden ersten Aufsätze tragen den Titel, welcher ihnen auch bei Gelegenheit der Vorträge gegeben worden war, während der letzte unter dem Titel: „Ueber Zeugung, Vererbung und Seelensubstanz" vorgetragen wurde.

Der Verfasser wird sich vollkommen befriedigt fühlen, wenn das lesende Publikum das ihm hier Gebotene mit demselben Interesse und Wohlwollen aufnehmen wird, mit welchem die mündlichen Ausführungen ihrer Zeit von den Zuhörern aufgenommen worden sind. Er glaubt sich dieser Hoffnung um so mehr hingeben zu dürfen, als das gemeinsame geistige Band, welches die drei Aufsätze unter einander zusammenhält, oder die Ueberzeugung von der Existenz einer natürlichen oder einer durch keine außerhalb des natürlichen und causalen Zusammenhangs der Dinge existirende Kraft beeinflußten Weltordnung sich trotz so mannichfachen Widerspruchs und Widerstandes von Seiten herrschender Richtungen bei dem denkenden Theil des Volkes immer mehr Bahn zu brechen scheint und durch die voranschreitende Wissenschaft in einer Weise gestützt wird, welche ihre allgemeinere Verbreitung wohl nur noch als eine Frage der Zeit erscheinen lassen kann.

Darmstadt, Mitte September 1881.

Der Verfasser.

Inhalt.

Die Sonne
und ihre Beziehung zum Leben.

„Der menschliche Geist befindet sich im Angesicht der Entdeckungen und Verallgemeinerungen der modernen Wissenschaft, wie B. Rumford sagt, „ohne Aufhören im Angesicht eines Wunders, welches selbst Milton's Phantasie in den Schatten stellt. Es ist so großartig und erhaben, daß Derjenige, welcher sich ihm hingibt, einer gewissen Charakterstärke bedarf, um nicht geblendet zu werden." Die Winde, die Flüsse, alle Erscheinungen der Natur wie der Kunst sind die Kinder eines Theiles der Sonnenkraft. Derselbe Sonnenstrahl, welcher auf unsre Erdkugel fällt, erzeugt, ehe er in der Form der Wärme in den Weltraum zurückkehrt, den befruchtenden Thau, die duftende Blume mit ihren glänzenden Farben, den Baum, welcher heute die Luft von Kohlensäure reinigt und morgen unsre Maschinen treibt oder uns widerstandsfähig gegen die Unbilden der Witterung macht. Ja, Alles dieses stammt aus der nämlichen Quelle ebenso wie alle Erzeugnisse menschlicher Civilisation. Sonnenkraft ist die Kraft, welche mir gestattet, mich zu bewegen und zu empfinden, ebenso wie die Bewegung des Blutes in meinen Adern oder die Bewegung meines Armes, welcher in diesem Augenblicke meine Feder führt, oder der Gedanke, welchen ich wiederzugeben versuche, oder das Vergnügen, welches ich empfinde, indem ich diese Arbeit mit den Worten meines Vater's schließe: „Ueberall Verwandlung — nirgendwo Vernichtung. In der organischen, wie in der physischen Welt, in den lebendigen, wie in den todten Körpern ist ununterbrochene Bewegung. Absolute Ruhe gibt es nicht. Alles verwandelt sich, und aus dem Schooß des Staubes erblüht ununterbrochen neues Leben."

Onimus.

Es wird wohl wenige Menschen geben, welche nicht einmal Gelegenheit gehabt oder genommen hätten, das unvergleichliche Schauspiel eines Sonnen-Auf- oder Unterganges zu bewundern. Glänzend, wie eine ungeheure Scheibe rothglühenden Metalles, erhebt sich das prachtvolle Gestirn am Rande des Horizontes, indem es den Himmel und alle seinem Strahle erreichbaren Gegenstände mit purpurnem Lichte übergießt, und versinkt am Abend in gleicher Weise auf der entgegengesetzten Seite des Horizontes, nachdem es während des Tages sein strahlendes Licht über die Erde ergossen und überall auf derselben Leben und Bewegung erweckt hat.

Aber kaum ist der letzte Strahl verglommen, und ist die Nacht hereingesunken, so verändert sich das ganze lebensvolle Bild wie mit Einemmale. An die Stelle des Lärms und der Bewegung tritt Ruhe und Ermüdung, und stille, unthätige Finsterniß herrscht so lange, bis am nächsten Morgen das nämliche Schauspiel sich wiederholt und derselbe Wechsel von Licht und Finsterniß, von Bewegung und Ruhe, von Leben und Schlummer wiederkehrt. Unzähligemal hat sich seit Anfang unsres Planetensystem's dieses Schauspiel wiederholt, und es wird sich noch unzähligemale wiederholen; und ohne seine stete

und regelmäßige Wiederkehr könnte von irgend welchem Leben oder Dasein auf der Oberfläche unsres Planeten auch nicht im Entferntesten die Rede sein. Ohne sie könnte weder der Mensch, das erhabenste Gebilde der Schöpfung, noch auch der kleinste Wurm, außer für wenige Augenblicke, sein Dasein fristen.

Wir können uns kaum eine erschreckendere Vorstellung machen, als diejenige, daß eines Tages oder Morgens die Sonne nicht an ihrem gewohnten Platze erscheinen, und daß in Folge dessen eine ewige Nacht uns umfangen würde. Zwar würden wir in einem solchen Falle im Stande sein, uns für eine kurze Zeit auf künstliche Weise und durch künstliche Beleuchtung zu helfen, aber diese Hülfe würde nicht lange vorhalten, da die Sonne nicht bloß, wie vielleicht noch von gar manchem ununterrichteten Menschenkinde geglaubt wird, gewissermaaßen eine große Himmelslaterne ist, welche dazu dient, unsre Erde und ihre kleine Geschäftigkeit zu beleuchten, sondern da sie auch die einzige und letzte Quelle aller auf der Erde wirksamen Kräfte und damit auch unsres eignen Lebens und unsrer gesammten — körperlichen wie geistigen — Thätigkeit ist. Beweisende Beispiele für diesen hochwichtigen Satz, welcher einen der stärksten Pfeiler natürlicher Weltordnung und Weltanschauung bildet, und welcher für sich allein schon dazu angethan sein dürfte, um eine vollständige Umwälzung unsrer bisherigen theologisch-philosophischen Weltanschauung herbeizuführen, werden wir im Folgenden und im weiteren Verlaufe dieses Aufsatzes in sprudelnder Fülle vorzuführen

Gelegenheit finden. Vorher aber möge noch folgende Betrachtung eine Stelle finden:

Gewiß gibt es in der ganzen Natur und in unserm ganzen Dasein keine Erscheinung, welche großartiger, merkwürdiger und wunderbarer wäre, als das regelmäßige und tägliche Erscheinen des Tagesgestirn's und des von ihm verbreiteten Lichtes am Himmel. Aber die alltägliche Gewohnheit hat uns gegen dieses stetig wiederkehrende Schauspiel und seinen mächtigen Eindruck derart abgestumpft, daß wir es kaum zu bemerken scheinen, und daß es wahrscheinlich sehr wenige Menschen gibt, welche sich schon einmal im Ernste die Frage vorgelegt haben, in welcher näheren Beziehung oder in welchem eigentlichen Zusammenhang denn diese merkwürdige Natur-Erscheinung mit unserm eignen Leben und Dasein steht — obgleich dieses Dasein ohne jene Erscheinung eine totale Unmöglichkeit sein würde. Freilich gibt es — abgesehen von jener Alltäglichkeit — noch eine andre, sehr naheliegende Ursache, welche jene Frage für uns moderne Culturmenschen minder wichtig erscheinen läßt oder welche sie in eine gewisse Entfernung von unserm unmittelbaren Bewußtsein rückt. Diese Ursache liegt darin, daß wir uns durch die riesigen Fortschritte der Cultur, durch Künste, Erfindungen, Wohnung, Kleidung u. s. w. nach und nach in eine derartige Unabhängigkeit von den unmittelbaren Einflüssen der uns umgebenden Natur gebracht haben, daß wir deren Einwirkungen auf unser Leben kaum empfinden, und daß wir ihnen in Folge dessen auch eine geringere Aufmerksamkeit schenken,

als sie verdienen, oder daß unsre Abhängigkeit von ihnen uns wenig oder gar nicht zum Bewußtsein kömmt. Verläßt uns z. B. das Licht der Sonne am Abend, so empfinden wir dieses im Augenblicke nicht schwer, da es uns nicht an reichlichen Mitteln gebricht, um diesem Mangel abzuhelfen und durch künstliche Beleuchtung die Nacht zum Tage zu machen. Oder fehlen uns die wärmenden Strahlen der Sonne im Winter, so ziehen wir uns in unsre geschützten und gut erwärmten Häuser zurück, oder wir verstehen es, durch zweckmäßige Kleidung und Ernährung auch der heftigsten Kälte zu trotzen. Ja, wir zwingen sogar die Natur, uns ihre köstlichsten, sonst nur im Sonnenlicht reifenden Erzeugnisse in künstlicher Wärme zu liefern, oder wir lassen mit Hülfe unsrer großartigen Communikationsmittel die uns fehlenden Nahrungs- oder Genußmittel aus weitester Ferne und aus glücklicheren Zonen zu uns bringen. Auch hat uns die Vorsicht gelehrt, die Zeiten des Mangels und des Ueberflusses derart durch künstliche Aufbewahrung unsrer Nahrungsmittel und Nahrungsbedürfnisse auszugleichen, daß wir in dieser Beziehung den Unterschied zwischen der Zeit, da die Natur in Heiterkeit und Fülle strahlt, und zwischen derjenigen, da uns nur Kälte und Oede umgibt, kaum empfinden.

Von Allem diesem findet das gerade Gegentheil statt, so lange der Mensch im Naturzustande und nicht unterstützt von den großartigen Hülfsmitteln der Cultur, nicht getragen von den zahllosen Erfindungen des Menschengeistes dahinlebt. Daher denn auch dem Naturmenschen

seine große und unmittelbare Abhängigkeit von der Natur und den wechselnden Zuständen der Außenwelt gewissermaaßen auf jedem Schritte und Tritte fühlbar wird. Sein ganzes Dasein, sein Glück oder Unglück, sein Wohl- oder Uebelbefinden, sein Leben und seine Gesundheit hängen in jedem einzelnen Augenblicke beinahe unmittelbar von der Gunst oder Ungunst der ihn umgebenden Natur-Einflüsse ab. So lange ihm die Natur freiwillig Licht, Wärme und Nahrung spendet, so lange ist er glücklich — und unglücklich, sobald ihm diese Gaben fehlen. Daher denn auch gewiß nichts leichter begreiflich erscheint, als daß der Naturmensch diese seine vollkommene Abhängigkeit von der Natur auch zur Grundlage seines Denkens und seines religiösen Glaubens macht, und daß ihm die wohlthätigen, wie schädlichen Einflüsse der Natur als ebensoviele übernatürliche Mächte oder Gewalten erscheinen, welche ihn bald beschützen, bald verfolgen. In jeder Quelle, die ihn labt, in jedem Baum, der ihm seine Früchte reicht, in jedem Gestirn, das ihm Licht spendet, wohnt für ihn ein schützender und liebender Gott, während Donner, Blitz, Kälte, Trockenheit oder Finsterniß ihn als ebensoviele feindliche Gewalten mit überirdischer Macht bedrängen oder zu vernichten drohen.

Unter allen bekannten Natur-Einflüssen oder Naturgewalten ist nun aber keine, welche sich an Bedeutung und Großartigkeit mit der Sonne und ihrem Tag für Tag am Himmel erscheinenden Lichte auch nur entfernt vergleichen ließe; und es gibt daher auch keine solche

Naturerscheinung, welche im Stande wäre, einen tieferen und nachhaltigeren Einfluß auf das Gemüth des Naturmenschen hervorzubringen. Mit dem Auf- und Untergange des Lichtes ist sein ganzes Dasein auf eine so enge und unmittelbare Weise verknüpft, daß auch schon ohne das Auffallende und Großartige des Schauspiel's an sich sein Interesse sich vor allem Andern dieser Erscheinung zuwenden, und daß er in ihr den letzten Grund aller Dinge, die oberste beherrschende Ursache des gesammten Daseins erblicken mußte. Rechnet man dazu das Entfernte und Geheimnißvolle der ganzen Erscheinung, das Wunderbare des Kommens und Verschwindens, das Erhabene und Ungreifbare, welches in ihr liegt, so hat man unschwer den Schlüssel zur Erklärung des merkwürdigen Umstandes in der Hand, daß nachweisbar fast alle Völker, welche überhaupt einen religiösen Glauben und Cultus bei sich entwickelt haben, damit begonnen haben, die Sonne oder das Licht überhaupt als den Gegenstand ihrer ersten und obersten Verehrung auszuwählen; und es gibt eine Anzahl von Gründen, welche es höchst wahrscheinlich machen, daß überhaupt aller religiöse Cultus, alle Götter-Verehrung mit einer Anbetung der Sonne oder des Lichtes angefangen hat oder von ihr ausgegangen ist. Namentlich sprechen dafür die Resultate der Sprachforschung, welche unter Anderm gelehrt haben, daß in dem großen indogermanischen Sprachstamm alle Gottes-Bezeichnungen aus einer einzigen Sprachwurzel entspringen, welche dî oder div lautet und Licht, Leuchten oder Leuchtendes bedeutet. Aus

dieser gemeinschaftlichen Wurzel entspringen, wie gesagt, alle Gottesnamen der Indogermanen. Im Sanskrit heißt Gott Devas oder dêva, welche Worte zugleich den Begriff oder Eindruck des Lichtes ausdrücken. In den Veden oder den heiligen Büchern der Inder wird der Himmel mit dyaus bezeichnet und darunter der mit Sonnen und Gestirnen besetzte, Licht und Wärme spendende Himmel verstanden, welcher in Gemeinschaft mit der Erde die großen Eltern der Welt, die ewigen Gesellschafter bildet; es ist das vom Himmel strahlende Licht, welches alle Wesen erzeugt und die Lebendigen nährt. Ganz dieselbe Ableitung hat das griechische Wort Theos (Gott) oder Dios, aus welchem später Zeus wurde; ferner das lateinische Deus oder Diovis, der Glänzende, aus welchem später Jovis und Jupiter wurde; weiter das gothische Tius, das französische dieu, das Italienische dio und das spanische und portugiesische dios. Im Althochdeutschen hieß das Wort Ziu oder Zio, im Angelsächsischen Tiv, im Litthauisch-Slavischen Diewas und im Skandinavisch-Eddischen Tivar. Das altnordische Heldengedicht Edda gibt dem Wort Tivar auch die erweiterte Bedeutung von Göttern und Helden überhaupt, und das weiter davon abgeleitete Wort Tyr ist bekanntlich der Name für den nordischen Kriegs- oder Donner-Gott, den Sohn Odin's. Im Zusammenhang damit sagen die Lateiner sub dio oder sub Jove (unter dem Jupiter), wenn sie den Begriff „unter freiem Himmel“ ausdrücken wollen; und malus Jupiter (schlechter Jupiter) ist gleichbedeutend mit „schlechtes Wetter.“

Aus diesem eigenthümlichen Umstand darf man wohl mit Recht den für die Religions-Geschichte hochwichtigen Schluß ziehen, daß alle jenem großen Sprachstamme angehörigen Völker ursprünglich nicht zwischen der großen Lichtquelle, welche tagtäglich am Himmel erscheint, und zwischen der Gottheit selbst unterschieden haben, und es scheint, daß sich der gewaltige Einfluß dieser Anschauungsweise noch tief bis in die historische Zeit hinab erstreckt habe. Wenigstens wird erzählt, daß noch im dreizehnten Jahrhundert die Mongolen des großen Dschingischan so wenig im Stande waren, jene Unterscheidung zu machen, daß sie stets die Begriffe Gott und Himmel mit einander verwechselten.

Später freilich, als die Völker in der Sonderung der Begriffe weiter voranschritten und genauer unterscheiden lernten, nahm jener uralte Begriff des Lichtes oder des Leuchtenden ausschließlich den Charakter der obersten Gottheit oder Weltregierung überhaupt an; und die Sonne selbst sank als einfacher Naturkörper oder als einzelne Naturmacht eine Stufe tiefer unter die große Masse der übrigen, die verschiedenen Naturmächte oder Naturkräfte repräsentirenden Götter oder Himmelsgewalten. Aber auch in dieser Stellung als einzelne Natur-Gottheit spielte sie immer noch eine große und hervorragende Rolle, und es ist allgemein bekannt, wie der s. g. Sonnen-Dienst oder Sonnen-Cultus sich fast durch das ganze Alterthum erstreckte und von den verschiedensten Völkern mit großem Eifer, ja sogar meist mit einer besonderen Vorliebe betrieben wurde. So

bedeutete der berühmte Bal oder Baal der Phönizier und Carthager, die Hauptgottheit der phönizischen Stämme, welcher glänzende Tempel mit dem Bildniß des Gottes auf Anhöhen errichtet und blutige Opfer daselbst dargebracht wurden, ursprünglich nichts Anderes als die Gottheit der Sonne. Dieselbe Bedeutung hatte der Bel der Babylonier, der Stamm- und National-Gott der semitischen Stämme, von welchem die Tradition der Babylonier sagt, daß er die ursprüngliche Finsterniß der Welt in Tag und Nacht getheilt und die Omorka oder das ursprüngliche Chaos gespalten habe.[1]) Gleicherweise war der berühmte Mithras-Dienst, der ursprünglich von den Persern oder alten Iraniern ausging und sich später namentlich unter den Römern verbreitete, nichts Anderes als eine Verehrung oder ein Dienst der Sonnengottheit. Eine sehr große Ausbreitung im römischen Reich gewann diese Art der Gottes-Verehrung unter dem römischen Kaiser Aurelian (274 nach Chr.) und wurde mit den römischen Legionen auch in viele Provinzen übergeführt, namentlich nach Gallien und Deutschland. Im Nassauischen, bei Frankfurt a/M. und Wiesbaden, auch im Würtembergischen u. s. w. hat man noch viele s. g. Mithras-Denkmäler vorgefunden.

Auch bei dem ältesten Cultur-Volk der Erde, bei den Egyptern, welche schon in hoch gesteigerten civilisirten Zuständen lebten, während der europäische Urmensch noch mit seinen armseligen Steinkeilen gegen die riesigen Thiere der Vorzeit kämpfte, wendete sich der Religionsdienst fast ausschließlich derjenigen Naturkraft

zu, welche ihrem Lande Leben und Fruchtbarkeit verlieh; und der Sonnen-Cultus bildete die Spitze und den Mittelpunkt des gesammten egyptischen Götterdienstes. Der Sonnen-Gott Ra oder Phra, welcher, wie gesagt, dem Lande Leben und Fruchtbarkeit verleiht und sich jeden Tag selber neu gebiert, wurde hauptsächlich in der Stadt Memphis verehrt, welche die Griechen deßhalb Heliopolis oder Sonnenstadt nannten. Sein Abbild ist die bekannte Sphinx-Gestalt des Löwen (der Hieroglyphe der Sonne) mit dem Haupte des Sonnengottes. Andremale erscheint er auch unter dem Bilde eines Mannes mit einem Habichts- oder Sperber-Kopf, über welchem ein Sonnenglobus oder eine Sonnenscheibe schwebt. [2])

Auch bei den alten Indern bestand ihr frühester oder ältester Gottesdienst in einem dem Licht, den Sternen, vorzugsweise aber der Sonne geweihten Naturdienst. So wird in ihren heiligen Büchern oder den Vedas, welche schon mindestens fünfzehn Jahrhunderte vor Christus existirten, die Morgenröthe, welche das Nahen der Sonne verkündet, als eine der heiligsten Gottheiten gepriesen. Sie öffnet die Thore des Himmels und fährt auf einem mit rothen Kühen bespannten Wagen einher. Wenn sie erscheint, empfängt Alles Belebung und Beseelung, und man dient ihr mit Lauterkeit und Wahrhaftigkeit des Herzens. Die Sonne selbst aber ist und bleibt Hauptgegenstand der Verehrung. Sehr ausdrucksvoll heißt es von ihr in den Veden: „Sie, vor welcher die Gestirne mit den Nächten, wie Räuber entfliehen, und welche den Göttern wie den

Menschen das reinigende Licht bringt und damit die ganze Welt!" Ihr irdisches Abbild ist Agni oder Agnis, der Gott des Feuers, ein Jüngling von gewaltiger Kraft, der die bösen Nachtgeister überwältigt. Der Sonnengott selbst aber heißt Surya oder Sûrja, auch Savitri, und wird als eine Figur mit vier Armen abgebildet, welche Lotus und Rad in den Händen hält, und deren Haupt von goldnen Strahlen umgeben ist. Bisweilen sieht man ihn auf einem Wagen mit einem siebenköpfigen Pferd fahrend. Mit goldnem Stachel ausgerüstet, besteigt er den goldgeschmückten Wagen und fährt über den Himmel wie Zeus oder Helios.[3])

Am höchsten und zu seiner reinsten Bedeutung entwickelte sich jedoch der Sonnendienst bei den alten Iraniern oder späteren Persern durch den bereits erwähnten Cultus des Sonnengottes Mithras und seines irdischen Abbildes, des Feuers — ein Cultus, welcher sich aus dem Lande Iran über einen großen Theil von Asien, namentlich Medien und Baktrien, und bis nach Europa verbreitete und sich noch lange bis in die ersten Jahrhunderte nach Einführung des Christenthum's erhielt. Sein mächtiger Einfluß ist noch bis in unsre Zeit in der Einrichtung unsres Sonntags oder Sonnen-Tags im Gegensatz zu dem jüdischen Sabbath oder Saturntag, sowie in der üblichen Richtung unsrer Kirchen gegen Sonnen-Aufgang zu erkennen. Das Wort Mithras bedeutet einfach Sonne. Da er den Löwen als sein Sternbild hat, so nannten ihn die Mithrasdiener auch „den Löwen", und der höchste Grad

ihres Ordens war der Löwenorden. Auf den dem Mithras gewidmeten Denkmälern sieht man ihn in der Regel als den „Unbesiegbaren" bezeichnet. Nach dem persischen Mythus kämpft Mithras im Verein mit Ormuzd gegen die Daevas oder Dämonen oder die bösen Geister der Finsterniß und ihr Oberhaupt Ahriman. [4])

Selbst die Juden, das auserwählte Volk Gottes, konnten sich dem Einfluß des im Alterthum so allgemein verbreiteten Sonnendienstes nicht entziehen, und das Alte Testament erwähnt den semitischen Baal in sehr verschiedenen Arten und Formen. Der Cultus des milden Adonai und des wilden Moloch, welche die wohlthätige und die Verderben bringende Seite der Sonne darstellten, verdrängte zeitweise vollständig den alten Jave- oder Jehovah-Dienst, und unter König Salomo bildete sich der Sonnendienst sogar förmlich zur Staatskirche aus. Der prächtige Salomonische Tempel enthielt ein ehernes Meer als Darstellung des Weltmeeres, in welches die Sonne Abends eintaucht, und aus welchem sie sich Morgens gereinigt erhebt; er enthielt s. g. Sonnen-Wagen, welche eine Darstellung des Himmelsgewölbes mit dem Sonnenbild trugen, nach dem Muster der Chaldäischen und Persischen Sonnenwagen, u. s. w. Selbst noch im Neuen Testament begegnet man deutlichen Nachklängen dieser alten Art der Gottes-Verehrung. So heißt es in der 1. Epistel des Evangeliums des Johannes: „Gott ist das Licht, und es gibt keine Finsterniß in ihm." Ja, es wird von gut unterrichteten Leuten die mit starken Beweisen gestützte Behaup-

tung aufgestellt, daß das Christenthum ursprünglich selbst nichts Anderes, als ein versteckter und modificirter Sonnen- und Himmels-Cultus unter anderem Namen gewesen sei, und daß die ganze Fabel von der Austreibung aus dem Paradiese und der Erlösung oder Sünden-Vergebung durch die Ankunft des Messias eine Wiederholung der persischen Mythe von Ormuzd und Ahriman unter andrer Form sei. Die Geburt des Erlösers am 25. Dezember bedeutet nach dieser Anschauung nichts Anderes, als den Zeitpunkt der Wintersonnenwende; seine Auferstehung zu Ostern nichts Anderes, als das Herannahen des Frühlings und den Sieg der wiedererstandenen Sonne über die lange Nacht des Winters. Auch der Sonnen-Gott Mithras wurde der Sage nach, wie Christus, am 25. Dezember geboren, starb, wie er, wurde beigesetzt, wie er, und stand wieder auf, wie er. [5])

Auch in ganz entfernten Theilen der Erde hat man den Sonnendienst in sehr ausgebildeter Gestalt angetroffen, wie z. B. bei der Entdeckung Amerikas. So hielten die s. g. Inkas oder die Beherrscher von Peru die Sonne für einen Gott und leiteten ihre eigne Abstammung von ihm ab, indem sie ihn für den Ahnherrn ihres Hauses hielten oder erklärten. Sein Cultus wurde in einem prachtvollen Sonnentempel betrieben, in welchem die schönsten Jungfrauen als Priesterinnen fungirten. Stolz erwiderte ein solcher peruanischer Inka einem christlichen Missionär, der ihn zu bekehren versuchte: „Du betest einen Gott an, der am Kreuze gestorben ist; ich aber bete die Sonne an, die nie stirbt!“ Selbst

noch heutzutage kann man diese Art der Gottesverehrung bei wilden Völkern in rohester Form antreffen. So sind die Negritos oder schwarzen Ur-Einwohner des Philippinen- und Molukken-Archipel's nach dem eingehenden Bericht von Dr. Th. Mundt-Lauff in London heute noch Anbeter der Sonne und des Feuers, welche beide sie für identisch halten, da sie nur ein Wort — Bof — dafür haben. Vom erlegten Wilde halten sie den ersten Bissen der Sonne entgegen oder opfern denselben während der Nacht einem angezündeten Feuer. Die Vulkane werden von ihnen für heilig gehalten, und Spucken in das Feuer gilt für ein schweres Verbrechen. Sonst haben sie keine Spur von Religion.

Ja selbst das unvernünftige (?) Thier wird durch das mächtige Schauspiel der aufgehenden Sonne ergriffen und vielleicht zu einer Art von heiliger Scheu veranlaßt. Wenigstens erzählt Jacolliot (Voyage au pays des Bajadères, 6. Aufl., Paris 1879, S. 233 u. flgde.), daß er auf der Insel Ceylon oft gesehen habe, wie die dort so zahlreichen zahmen und ungemein klugen Elefanten, wenn sie sich selbst überlassen sind, ihren Kopf der aufgehenden Sonne zuwenden und, indem sie den Rüssel spiralförmig um einen der Stoßzähne herumwinden (was als Zeichen des Nachdenkens der kolossalen Thiere gilt), mit unbeweglichem Auge in die Ferne starren. „Ich konnte," sagt Jacolliot, „nie ohne eine gewisse innere Erregung (émotion) diese Versuche des riesigen Thieres, seinen Gedanken eine gewisse Richtung zu geben, beobachten."

Noch mag, um zu zeigen, wie tief die Völker und Menschen früherer Zeiten ihre Abhängigkeit von der Sonne und ihrem Alles belebenden Strahl fühlten, erwähnt werden, daß die größten und höchsten Feste der nordischen Völker — deren Hauptgott Odin oder Wodan, der sich später in „Goden" (der Gütige, Waltende) und in „Gott" verwandelte, ebenfalls eine Repräsentation der Sonnengottheit war — daß diese größten und höchsten Feste vor Einführung des Christenthum's auf die Zeitpunkte der s. g. Sonnen-Wende fielen, d. h. auf diejenigen beiden Tage des Jahres, an denen die Sonne entweder ihren höchsten oder ihren niedersten Stand erreicht hatte. Das Hauptfest bildete die Winter-Sonnenwende, weil von da an die Sonne wieder zu steigen beginnt und das Herannahen der besseren Jahreszeit verkündet. Es ist dasselbe Fest, welches wir heute noch als s. g. Weihnachten oder als das höchste Fest des Jahres und als Fest der angeblichen Geburt Christi feiern, welche letztere von den christlichen Sendboten mit priesterlicher Schlauheit als das wichtigste Ereigniß der Christenheit auf diesen den nordischen Völkern hochheiligen Tag verlegt wurde. Das Wort Weihnachten kommt von dem altdeutschen „wîhen nahten", welches geweihte oder heilige Nächte bedeutet. Das Fest selbst dauerte ununterbrochen zwölf Tage und Nächte und wurde mit großem Pompe gefeiert. Man zündete Feuer auf den Bergen an, rollte feurige Räder, welche man mit Werg umwickelt, mit Theer bestrichen und dann angezündet hatte, die Berge hinab und ver-

fertigte Gebäcke in der Form der s. g. Sonnenräder. Alle diese Gebräuche haben sich, wenigstens in Deutschland, theilweise oder in etwas veränderter Gestalt bis in unsre Zeit erhalten, und die Tannenbäume, welche wir zur Weihnachts-Zeit mit Lichtern bestecken, die Bretzeln, welche wir in der Form eines verkümmerten Sonnen-Rades anfertigen, und Aehnliches sind nichts Anderes, als Ueberbleibsel aus jener uralten Heiden-Zeit, da man von der Religion der allgemeinen Menschenliebe noch nichts wußte; und es muthet den in diese Verhältnisse Eingeweihten ganz eigenthümlich an, wenn er jetzt das höchste Fest der zum äußersten Spiritualismus hinaufgeschwindelten Christenheit mit Gebräuchen aus einer Zeit vermengt findet, welche noch einem reinen Naturdienst ergeben war. — Uebrigens feierten auch die Römer trotz ihres glücklicheren Klimas das Fest der Winter-Sonnenwende als „Natales solis invicti" oder als das Geburtsfest der unbesiegbaren Sonne. „Wir feiern", sagt Julian der Philosoph, „wenige Tage vor Anbruch des neuen Jahres prachtvolle Feste zu Ehren der Sonne, welcher wir den Namen der unbesiegbaren geben. Warum kann ich nicht das Glück haben, dich länger zu feiern, o Sonnen-Gott, du Beherrscher des Weltalls, du, welchen von Ewigkeit her der oberste Gott aus seiner reinen Substanz erzeugt" u. s. w. Diese letztere Bezeichnung dürfte platonisch sein, da schon Plato die Sonne den Sohn Gottes nennt. Das Epitheton „unbesieglich" scheint ein allgemeines gewesen zu sein, da es sich auf fast allen Mithras-Denkmälern findet.

Welche Vorstellung sich das klassische Alterthum von der Sonne machte, ist zu bekannt, als daß es mehr als eines kurzen Hinweises darauf bedürfte. Von den wirklichen Verhältnissen des Sonnenlauf's hatte man natürlich ebensowenig einen richtigen Begriff, wie von denen des Planetensystem's überhaupt, und konnte sich nicht anders denken, als daß die Sonne nur der Erde wegen da sei, welche letztere man sich bekanntlich als eine ungeheure, platte, rings von einem kreisförmigen Ocean (Okeanos) umflossene, runde Scheibe vorstellte, auf welcher der Himmel wie eine Halbkugel aufruhe. Mit dieser Anschauung brachte man nun den Sonnenlauf derart in Verbindung, daß man sich vorstellte, der Sonnen-Gott (Sol oder Helios) fahre auf einem mit Rossen bespannten Wagen tagtäglich über diesen, auf der Erde ruhenden Himmel dahin und kehre jede Nacht auf dem Okeanos wieder zurück, um am folgenden Tage denselben Lauf von derselben Stelle des Himmels aus wieder neu zu beginnen. Im Osten hinter Colchis — so stellte man sich weiter vor — habe der Sonnengott einen Palast, in welchem er ausruhe und sich für die Arbeit des folgenden Tages stärke und vorbereite. Der Hauptsitz seiner Verehrung war die Insel Rhodus, wo man alljährlich ihm zu Ehren ein Viergespann herrlicher Rosse in das Meer stürzte. Wird der Sonnen-Gott bildlich dargestellt, so erscheint er gewöhnlich auf einem mit vier Pferden bespannten Wagen und mit flatternden Haaren. Seine Erhabenheit und Unnahbarkeit wird durch die berühmte Sage des gegen die Sonne fliegenden

und in das Meer herabstürzenden Ikarus ausgedrückt. —

So also und in dieser Weise waren die Vorstellungen und Anschauungen unsrer Vorfahren von der Sonne beschaffen! Mit welch' andern Augen und Empfindungen schauen wir heutzutage — Dank den riesigen Fortschritten der astronomischen Wissenschaften — den Feuerball an, der sich tagtäglich vor unsern Augen auf- und niederbewegt! Und dennoch — je genauer und besser wir ihn und die von ihm ausgehenden Kraftwirkungen auf der Erde kennen lernen, um so mehr sehen wir uns genöthigt, jener ältesten und ursprünglichsten Meinung, welche in der Sonne und in dem von ihr ausgehenden Lichte die Quelle alles Lebens und darum auch den Gegenstand der höchsten Verehrung erblickt, Beifall und Anerkennung zu zollen. Der Instinkt oder — besser gesagt — die unmittelbare, durch keine Rücksicht speciellerer Ueberlegung oder Zweifelsucht gehemmte Anschauung hat schon den einfachen und rohen Verstand unsrer ältesten Vorfahren sofort das Richtige erkennen lassen. Ja — die Aufklärungen, welche uns die heutige Wissenschaft über Natur und Beschaffenheit des Sonnenkörpers und über den Einfluß des von ihm ausgestrahlten Lichtes auf das Leben unsrer Erde gegeben hat, sind so großartig, so überraschend, so wunderbar, daß, wenn überhaupt noch auf unsrer heutigen Bildungsstufe von einer Verehrung von Naturwesen die Rede sein könnte, ein würdigerer Gegenstand hierfür, als grade die Sonne, gewiß nicht gefunden werden könnte. Möge das Wich-

tigste davon, soweit es für unser Thema erforderlich ist, im Folgenden in gedrängten Umrissen mitgetheilt werden!

Was dabei die äußeren Verhältnisse der Sonne und ihre Beziehungen zur Erde und zum Planetensystem angeht, so dürfen wir uns hier sehr kurz fassen. Denn daß zunächst die Sonne nicht ein Gott oder ein mit Rossen bespannter Wagen, sondern ein Weltkörper ist, wie alle übrigen Weltkörper, schwebend im unendlichen Raume und gehalten durch die ewigen Naturgesetze der Gravitation oder Anziehungskraft — daß sie sich auch nicht, wie man ehedem glaubte, um die stillestehende Erde bewegt, sondern daß das Umgekehrte der Fall ist, d. h. daß sie im Mittelpunkte unsres Planetensystem's stille steht und die Planeten oder Wandelsterne, mit Einschluß unsrer Erde, durch ihre ungeheure Größe und Anziehungskraft gewissermaßen am Gängelbande führt — das weiß heutzutage jeder halbwegs gebildete Leser schon aus seinem ersten Schul-Unterricht, der gegenwärtig oft in seinen einfachsten Lehrsätzen mehr Weisheit und mehr Resultate tiefsten Nachdenkens enthält, als alle Tempel, Geheimlehren und Bibliotheken des Alterthum's zusammengenommen. Zwar fehlt es auch noch heutzutage nicht an gebildeten Leuten, welche diese wissenschaftlichen Wahrheiten leugnen und es vorziehen, die Erde im Mittelpunkte des Weltsystem's stillestehen zu lassen, wahrscheinlich weil ihnen jede Bewegung auf derselben ein Greuel ist — wie z. B. der preußische Pastor Knack und mit ihm viele andre Pastoren seiner Richtung, welche wohl begriffen haben, daß schon die einfache Erkenntniß der

astronomischen Verhältnisse des Himmels, wie sie wirklich sind, hinreicht, um ihr ganzes, künstlich aufgezimmertes Glaubenssystem über den Haufen zu stürzen, während andere, weniger klar denkende Köpfe theologischen Glauben und Wissenschaft oder Feuer und Wasser mit einander vereinigen zu können glauben. Aber dieser s. g. Knackismus, wie ihn ein preußisches Witzblatt getauft hat, kann sich zur Stützung seiner Behauptungen nur auf den in astronomischen Dingen bekanntlich sehr unzuverlässigen Augenschein berufen, während man jetzt entgegen dem Augenschein, welcher die Erde stillestehen und die Sonne sich bewegen läßt, und nach Maaßgabe des allgemein angenommenen Kopernikanischen Welt-Systems ganz im Gegentheil urtheilt: Die Erde bewegt sich, und die Sonne steht still.

Dennoch sagt man mit dem letzteren Ausdruck etwas ganz Unrichtiges. Denn wenn auch die Sonne sich nicht um die Erde bewegt, so steht sie darum doch nicht still, sondern macht vielmehr eine sehr bedeutende und zwar doppelte Bewegung. Die erste dieser Bewegungen ist eine solche um die eigne Achse, gradeso wie dieses bei der Erde auch der Fall ist — nur mit dem Unterschiede, daß der Umlauf des Sonnenkörpers fünf und zwanzigmal so viel Zeit bedarf, als derjenige des Erdkörpers. Aus den s. g. Sonnenflecken, welche über die Sonnenscheibe hinwegziehen und alsdann einige Zeit darnach in gleicher oder ähnlicher Weise am entgegengesetzten Rande der Scheibe wieder erscheinen, hat man mit vollkommner Sicherheit geschlossen, daß sich, wie gesagt, die Sonne

in 25 und einem halben Tag um ihre eigne Achse dreht — eine Angabe, welche übrigens nach neueren Beobachtungen und Berechnungen als um beinahe einen Tag zu hoch gegriffen erscheint. Die zweite Bewegung der Sonne ist eine solche durch den Weltraum selbst. Aus verschiedenen astronomischen Thatsachen hat man geschlossen, daß sich die Sonne mit ihrem gesammten Planeten-System selbst wieder in einem gewaltigen Kreise um eine ungeheure Centralsonne bewegt, welche nach der neuerdings bestrittenen Ansicht des berühmten Astronomen Mädler in der bekannten Sterngruppe der Plejaden zu suchen wäre. [6]) Obleich sie bei diesem Umlauf sieben Meilen in der Sekunde zurücklegt — eine Geschwindigkeit, für die uns bei einem so ungeheuren Weltkörper jede Vorstellung oder jeder Begriff abgeht — vollendet sie ihren Umlauf doch erst in einem Zeitraum von zweiundzwanzig und einer halben Million von Jahren. Sie hat dabei wahrscheinlich Millionen von Fixsternen oder Sonnen zu Begleitern, welche sich ebenso wie sie um jene Centralsonne bewegen. Die Entfernung unsrer Sonne von der Centralsonne wird auf 714 Billionen Meilen geschätzt — eine Entfernung, welche so groß ist, daß der Lichtstrahl, welcher bekanntlich 40,160 deutsche Meilen in der Sekunde zurücklegt, nicht weniger als 527 Jahre nöthig hat, um diesen Raum zu durchfliegen.

Im Vergleich mit solchen Zahlen und Entfernungen schrumpfen die Zahlen und Entfernungen, welche man innerhalb unsres eignen Sonnen- oder Planetensystem's

ausgerechnet hat — so groß sie auch an sich sein mögen — zu verhältnißmäßig sehr kleinen oder geringen zusammen. Was zunächst die Entfernung unsrer Erde von der Sonne und ihr gegenseitiges Größenverhältniß betrifft, so beträgt erstere 19—20,000,000 deutsche oder geographische Meilen *) — eine Entfernung, zu deren Durchmessung eine Kanonenkugel, welche tausend Fuß in der Sekunde zurücklegt, zwölf Jahre nöthig haben würde, während ein Dampfzug dieselbe Entfernung erst in einigen hundert Jahren (nach Prof. Young in 263 Jahren, nach Dr. Ph. Carl in 350 Jahren) bewältigen würde. Das Licht freilich braucht zur Durchmessung dieser Strecke nur acht Minuten, während der Schall vierzehn Jahre dazu brauchen würde. Könnte ein Mensch seinen Arm der Art verlängern, daß die Spitze seines Fingers in die Sonne reichen würde, so würde es wegen der verhältnißmäßigen Langsamkeit des Nervenprincips doch hundert Jahre dauern, bis er die Empfindung des dadurch verursachten Schmerzes haben — und abermals hundert Jahre, bis er kraft seines Willens den Finger von der schmerzenden Berührung zurückgezogen haben würde! — Die Größe beider Weltkörper ist so verschieden, daß die Oberflächen-Ausdehnung der Sonne diejenige der Erde um das Zehntausendfache, ihre Masse oder ihr Raum-Inhalt aber denjenigen der Erde um mehr als das Millionfache übertrifft, und daß ein himm-

---

*) Der Berliner Astronom Encke berechnete die Entfernung auf 20,700,000 Meilen — eine Berechnung, welche wohl um beinahe eine ganze Million zu groß ist.

lischer Drehermeister im Stande sein würde, aus dem Sonnenkörper beinahe anderthalb Millionen solcher Kügelchen zu drehen, wie unsre Erde eines ist — vorausgesetzt, daß keine Abfälle dabei entstehen würden. Nimmt man alle die Sonne begleitenden Planeten oder Wandelsterne zusammen, so übertrifft die Gesammtmasse der Sonne jene Planetenmassen immer noch um das Achthundert- bis Tausendfache. Dahingegen ist das auf zwei Quintillion Kilogramm geschätzte Gewicht der Sonne nur 350,000 mal so groß, als dasjenige der 7 Quadrillion Kilogramm wiegenden Erde, oder — mit andern Worten — die Dichtigkeit der Sonne beträgt nur den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde — woraus also hervorgeht, daß der Stoff, aus welchem sie besteht, bedeutend dünner oder leichter sein oder aber sich im Zustand größerer Vertheilung befinden muß, als derjenige der Erde. In der That beträgt das s. g. spezifische Gewicht der Sonnenmasse nicht viel mehr, als dasjenige des Wassers, und kommt ungefähr demjenigen des Ebenholzes oder der Braunkohle gleich. [7]) Dennoch fällt — eben ihrer ungeheuren Masse wegen — ein Körper, welcher auf die Oberfläche der Sonne niederfällt, mit einer ungefähr dreißigmal so großen Kraft oder Geschwindigkeit, als auf die Erde, nieder, oder — mit andern Worten — die Wirkung der Schwerkraft macht sich auf der Oberfläche der Sonne mit einer achtundzwanzig- bis dreißigmal so großen Kraft geltend, wie auf derjenigen der Erde. Daher ein Körper, welcher bei uns kaum vier Pfunde wiegt, auf

der Sonne schon einen Centner wiegen würde! Würde es einem Menschen möglich werden, auf die Sonne zu gelangen, so würde er kaum im Stande sein, seinen Fuß in die Höhe zu heben, und er würde beim Auftreten Gefahr laufen, ihn zu zerschmettern; ein paar Schritte weiter würde es ihm aus Erschöpfung unmöglich sein, weiter zu gehen. Nur Riesen-artige Geschöpfe könnten dort existiren. — Der Durchmesser des Sonnenkörpers beträgt 192,600 geographische Meilen oder das 112fache des 1,719 Meilen langen Erddurchmessers — eine Entfernung, welche drei- bis viermal so groß ist, als die Entfernung des Mondes von der Erde. Daher auch die Erde mit sammt ihrem Trabanten, dem 51,800 deutsche Meilen entfernten Mond, im Innern der Sonnenkugel, wenn dieselbe hohl wäre, vollkommen Platz finden würde, auch wenn der Mond beinahe noch einmal so weit von der Erde entfernt wäre, als er wirklich ist. Der Halbmesser der Sonne berechnet sich auf 96,258 Meilen; ihre Oberfläche auf 116,480 Millionen Quadratmeilen, mithin 12,557 mal mehr als die etwas über 9 Millionen Quadratmeilen betragende Erdoberfläche, ihr kubischer oder Raum-Inhalt auf 3,739 Billionen Cubikmeilen oder auf das 1,409,725fache des Raum-Inhaltes der Erde, welcher 2,650 Millionen Cubikmeilen beträgt.

Was den Umfang der Bahn, welche die Erde um die Sonne beschreibt, oder der s. g. Erd-Bahn betrifft, so beträgt dieselbe 127 Millionen Meilen und wird bekanntlich innerhalb 365 Tagen oder innerhalb eines Jahres zurückgelegt. Die Geschwindigkeit der Erde

in ihrem Laufe um die Sonne beträgt darnach vier Meilen in der Sekunde oder drei Meilen weniger, als die Geschwindigkeit der Sonne in ihrem Laufe um die Centralsonne. Die Entfernung der Erde von der Sonne ist der allgemeine Grundmaaßstab der Astronomie, nach welchem man alle andern, nicht allzugroßen Entfernungen im Weltraum auszumessen pflegt. Die Ursache der gesammten Bewegungen unsres Planetensystem's ist das durch Newton (1642—1727) entdeckte Gravitations-Gesetz, welches gefunden wurde, nachdem Kopernikus, Keppler und Galilei die Grundzüge unsres gegenwärtig allgemein angenommenen Weltsystem's in den Jahren 1400—1500 festgestellt hatten. —

Weit wichtiger für unser Thema und unsern Zweck als die Betrachtung dieser mehr äußerlichen Beziehungen der Sonne und des Planetensystem's, sind die Fragen: Was ist die Sonne? Welches ist ihre Natur oder ihre Beschaffenheit? Aus welchen Stoffen besteht sie? Was ist die Ursache ihres Lichtes und der von ihr verbreiteten Wärme?

Indem ich diese Fragen aufwerfe und mich auch anschicke, sie zu beantworten, wird gar mancher Leser denken: Welche Vermessenheit! Wie kann man etwas Genaueres über die Natur und Beschaffenheit eines Weltkörpers wissen, welcher zwanzig Millionen Meilen von uns entfernt ist, und zu welchem Niemand hingelangen kann, um ihn auf seine Natur und seine Stoffe zu untersuchen, ohne sich, wie weiland Ikarus, die Flügel dabei zu verbrennen!

Und dennoch, verehrter Leser, sind es heutzutage — Dank den enormen Fortschritten der astronomischen und physikalischen Wissenschaften — nicht mehr bloße Hypothesen oder Vermuthungen, sondern zum Theil sehr positive Kenntnisse über die Natur des Sonnenkörper's, welche man besitzt und welche eingehender und genauer sind, als die Kenntnisse über manche Theile unsrer Erdoberfläche oder über die innere Beschaffenheit unsres eignen Planeten. Mag das Wichtigste davon im Folgenden mitgetheilt werden!

Die älteste und auch natürlichste, weil dem Augenschein am meisten entsprechende Ansicht über die Beschaffenheit der Sonne im physikalischen, nicht religiösen Sinne erklärte dieselbe einfach für einen in seiner Gesammtheit brennenden und glühenden Körper — und wahrscheinlich ist damit die ganze Anschauung oder Vorstellung von der Sonne ausgedrückt, welche sich auch gegenwärtig noch die Mehrzahl der nicht genauer unterrichteten Menschen über den Gegenstand zu machen pflegt und welche sich diese Mehrzahl von jeher gemacht hat. Schon fünfhundert Jahre vor Christi Geburt sprach der griechische Philosoph Anaxagoras, welcher durch seine für jene Zeit tiefgehenden Kenntnisse in den Naturwissenschaften, namentlich in der Astronomie, in den Verdacht der Gotteslästerung gerieth und auf eine diesbezügliche Anklage Athen verlassen mußte, diese in der That bis auf den heutigen Tag ihre allgemeine Gültigkeit bewahrende Ansicht aus. [8])

Als man jedoch anfing, genauere astronomische Be-

obachtungen der Sonne anzustellen, mußte diese Ansicht für einige Zeit einer andern Theorie weichen, welche im Jahre 1744 von dem englischen Astronomen Alexander Wilson in Glasgow und Herschel dem Aelteren aufgestellt wurde, und welche bis vor nicht langer Zeit oder bis in die Mitte unsres Jahrhunderts ihre Herrschaft behauptete. Veranlaßt wurde diese Theorie hauptsächlich durch die Beobachtung der bereits erwähnten und im Jahre 1610 von dem ostfriesischen Pfarrer David Fabricius entdeckten und von seinem Sohn zuerst beschriebenen s. g. Sonnenflecken, d. h. großer, dunkler Stellen oder Flecken mitten auf dem leuchtenden Sonnenkörper, welche im Teleskop das Ansehen großer Löcher oder Hohlräume darbieten, und welche man sich nicht anders zu erklären wußte, als durch die Annahme, daß die Sonne ein fester, dunkler, aber von einer Lichthülle oder leuchtenden Atmossphäre umgebener Körper oder Kern sein müsse. Diese leuchtende Hülle nannte man Photosphäre (von dem griechischen Phos=Licht) und stellte sich nun vor, daß die Sonnenflecken große Löcher oder Lücken in derselben seien, durch welche hindurch man auf die Oberfläche des dunkeln Sonnenkörpers blicke. Die s. g. Sonnenfackeln oder jene emporlodernden Lichtmassen, welche man sowohl im Umkreis der Flecken, als auch namentlich bei Gelegenheit totaler Sonnenfinsterniß aus dem Umkreis der Sonnenscheibe selbst in prachtvoller Glorie hervorbrechen sah, hielt man für stärkere Ansammlungen der Photosphäre an einzelnen Stellen; und die ganze Theorie fand im Sinne der ehe-

maligen romantischen Naturphilosophie schon um deßwillen großen Beifall, weil man damit die Bewohnbarkeit der Sonne durch lebende Wesen, ähnlich den Bewohnern der Erde, vereinbaren zu können glaubte. Man bedachte dabei freilich nicht, wie sehr unwahrscheinlich es sei, daß ein fester, solider Sonnenkern seit unendlicher Zeit mit einer glühenden und brennenden Atmosphäre umgeben sein könne, ohne nach und nach selbst in Gluth und Brand zu gerathen, und wie entsetzlich heiß es den armen Sonnenbewohnern unter einer solchen Atmosphäre hätte werden müssen. Auch übersah man, wie wenig denkbar es sei, daß eine bloße Atmosphäre seit fast unendlicher Zeit eine so kolossale Hitze nach dem Weltraum auszustrahlen im Stande sei, ohne sich nach und nach zu erschöpfen, da sie ja von Seiten des dunklen und kalten Kernes keine Zufuhr, sondern nur Abfuhr ihrer Temperatur zu erwarten hatte. Endlich steht die Theorie in einem unversöhnlichen Widerspruch mit der seit Kant und Laplace allgemein geltenden Annahme über die Entstehung und Bildung der Sonne und Planeten aus einer ursprünglichen Nebelmasse. [9])

Gegenwärtig ist diese hier geschilderte Theorie, welche sich bis in den Anfang oder die Mitte der sechziger Jahre erhielt und auch jetzt noch, wenn auch in modificirter Gestalt, namentlich bei den Franzosen, einzelne Anhänger zählt, so gut wie verlassen; und man ist wieder mehr zu der älteren oder ältesten Ansicht von einem in seiner Gesammtheit brennenden und glühenden Körper zurück-

gekehrt — und zwar hauptsächlich oder zumeist in Folge der jüngsten und merkwürdigsten Entdeckung der allgemeinen Physik oder der s. g. Spektral-Analyse, welche uns die Sonne nicht bloß als einen brennenden und glühenden Körper gezeigt, sondern sogar die einzelnen Stoffe kennen gelehrt hat, welche in ihr verbrennen, und zwar mit einer solchen Bestimmtheit und Genauigkeit, als ob wir Gelegenheit gehabt hätten, den Sonnenstoff selbst in unsern chemischen Laboratorien zu untersuchen. Ja, man kann sagen, noch genauer, da die Spektral-Analyse oder die „Sprache des Lichtes", wie man sie mit Recht genannt hat, das empfindlichste chemische Reagens oder Untersuchungsmittel bildet, welches existirt, und da es für sie ganz gleichgültig ist, ob der zu untersuchende Körper zehn Fuß oder Millionen von Meilen von dem Untersuchenden entfernt ist. Sie entdeckt Mengen von Stoffen, welche so unendlich klein sind, daß keine andre chemische Untersuchung derselben habhaft werden kann, und lehrt uns die stoffliche Zusammensetzung von Körpern ermitteln, die, unsrer Berührung ewig unerreichbar, in ungemessenen Entfernungen sich befinden.

Nach den Resultaten dieser neuesten Methode der Naturforschung, deren wesentliche Einzelheiten gegenwärtig wohl als jedem Gebildeten bekannt vorausgesetzt werden dürfen, stellten nun deren berühmte Entdecker, die Professoren Kirchhoff und Bunsen, im Anfang der Sechziger Jahre folgenden Epoche machenden Satz über die Natur der Sonne auf:

Die Sonne ist ein in höchster Weißglühhitze befind-

licher fester oder auch tropfbar flüssiger Körper, welcher umgeben ist von einer verhältnißmäßig dunkleren und weniger heißen gasartigen Atmosphäre, der s. g. Photosphäre, welche ihrerseits aus den glühenden Dämpfen der Bestandtheile der Sonne selbst gebildet ist, und in welcher fortwährend eine große Anzahl von Stoffen in Verbrennung begriffen ist, deren Anwesenheit auf der Erde uns seit lange mit ihnen bekannt gemacht hat, wie Natrium, Calcium, Aluminium, Barium, Magnesium, Eisen, Mangan, Cobalt, Nickel, Titan, Chrom, Kupfer, Bley, Zink, Wasserstoff u. s. w., u. s. w. Am reichsten sind der Wasserstoff und die Dämpfe von Eisen und Calcium vertreten.[10])

Diese Stoffe bilden nun die Ursache der berühmten Fraunhoferschen Linien des s. g. Sonnenspektrum's, welche lange (seit Anfang des Jahrhunderts) bekannt waren, ohne daß man bis auf Kirchhoff's merkwürdige Entdeckung (1859) ihre große und merkwürdige Bedeutung zu würdigen wußte; und daß diese Linien nicht hell oder gefärbt, sondern dunkel sind, zeigt nach den bekannten Grundsätzen der Spektral-Analyse unwiderleglich, daß sich hinter der Flamme, in der jene Stoffe verbrennen, nicht, wie man früher annahm, ein dunkler, sondern im Gegentheil ein leuchtender oder glühender Körper von höchster Temperatur befinden muß.[10])

Wenn die Sonne ein glühender (fester oder flüssiger) Körper für sich allein wäre, so müßte das Sonnenspektrum ein s. g. continuirliches sein, in welchem die Fraunhofer'schen Linien fehlen. Oder — mit etwas

andern Worten — „könnten die direkten Strahlen der Sonne zu uns kommen, ohne die Atmosphäre und die absorbirende Dampfhülle derselben zu durchlaufen, so würden wir im Spektroscop ein continuirliches oder vielmehr ein von zahllosen glänzenden Linien einer jeden Farbengattung durchzogenes Spektrum erhalten, in welchem genau an den Stellen, wo sich jetzt schwarze Linien befinden, die farbigen Linien stehen würden" (Schellen).

Wenn die Sonne bloß glühendes Gas allein wäre, so müßte ein s. g. discontinuirliches oder Streifen-Spektrum entstehen, oder das Sonnenspektrum müßte helle Linien auf relativ dunkelm Grunde zeigen, statt, wie es in Wirklichkeit thut, dunkle Linien auf hellem Grunde oder ein s. g. Absorptions-Spektrum zu zeigen.

Also bleibt allein die obige Annahme übrig, deren Wahrheit so sicher und noch sichrer ist, als ob wir Gelegenheit gehabt hätten, den Sonnenstoff aus allernächster Nähe zu betrachten und auf seine chemischen Bestandtheile zu untersuchen.

Uebrigens fand dieselbe nicht lange nach ihrer Aufstellung eine glänzende Bestätigung, als man bei Gelegenheit einiger totaler Sonnenfinsternisse die Möglichkeit vor sich sah, die Lichthülle oder Atmosphäre der Sonne für sich allein spektroskopisch zu untersuchen, und nicht gering war die Befriedigung und Freude der Beobachter, als in demselben Augenblick, wo die Mondscheibe den eigentlichen Sonnenkörper ganz verdeckte, und die herrliche Erscheinung der s. g. Corona eintrat, ganz dasjenige erfolgte, was man nach Maaßgabe jener Theorie

zu erwarten hatte. Es verschwanden wie mit einem Zauberschlage die dunklen Fraunhofer'schen Linien, und an ihre Stelle traten die hellen oder glänzenden Linien des discontinuirlichen Gas- oder Flammenspektrum's!! Bald darnach gelang es den Herrn Janssen und Lockyer, durch besondere Stellung und eine verbesserte Einrichtung ihrer Instrumente (eine Entdeckung, wodurch der Erstere einen astronomischen Preis von 2500 Franks gewann), die Beobachtung und spektroskopische Untersuchung der Gashülle der Sonne zu jeder Zeit und ohne die Begünstigung des seltnen Ereignisses einer totalen Sonnenfinsterniß vornehmen zu können. Stets zeigten sich dabei helle Linien auf dunkelm Grund, so daß damit bewiesen ist, daß die Umgebung des Sonnenkörpers aus glühenden Gasmassen mit darin verbrennenden Stoffen besteht. Namentlich gelang es den Beobachtern vorzüglich, die berühmten Protuberanzen oder jene riesigen Ströme glühenden Wasserstoff-Gases, welche aus den Tiefen der Sonnen-Atmosphäre hervorbrechen und von denen noch die Rede sein wird, für sich zu beobachten und deren Streifenspektrum festzustellen.

Diese von Kirchhoff aufgestellte Theorie oder Ansicht über die Natur des Sonnenkörpers, welche mit einigen unwesentlichen Modifikationen oder Erweiterungen auch jetzt noch für richtig gehalten wird, stimmt auch ganz überein mit der Ansicht, welche wir durch eine allgemeine Betrachtung über die Entstehungs- und Entwicklungs-Geschichte unsres Centralkörper's gewinnen müssen. Denn es kann nach der Meinung der astrono-

mischen Physiker kaum ein ernstlicher Zweifel darüber bestehen, daß sich die Sonne ganz in gleicher Weise, wie alle übrigen Sterne oder Weltkörper, aus ursprünglich weit im Weltraum zerstreuten Nebel- oder Stoff-Massen oder aus s. g. kosmischer Urmaterie durch allmählige Zusammenziehung bis zu ihrer heutigen Größe und Gestalt entwickelt oder verdichtet hat, und daß diese Verdichtung auch die Ursache der ungeheuren Hitze ist, welche ihr gegenwärtig noch innewohnt. Denn daß alle Körper durch Verdichtung ihrer Substanz heiß werden oder s. g. latente (verborgene) Wärme frei werden lassen oder — mit andern Worten — nach Maaßgabe des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft mechanische Arbeit in ein entsprechendes Maaß von Wärme umsetzen, ist zu bekannt, als daß darüber Weiteres zu sagen nöthig wäre.

Allerdings muß die Hitze, welche ein Weltkörper von so riesigen Dimensionen, wie die Sonne, bei seiner Verdichtung entwickelte, auch eine ungeheure, kaum zu berechnende gewesen sein. Dennoch hat man berechnet, daß die gesammte, bei der Verdichtung der Sonne zu ihrer jetzigen Größe entwickelte Wärme hinreichend gewesen sein müßte, um eine Wassermasse, welche 280,000 mal so groß wäre, wie das gesammte Planetensystem, zum Kochen zu bringen, oder nach Redtenbacher die Temperatur des Sonnenballs auf die enorme Zahl von 500 Millionen Grad C. zu erhöhen. Da nun in solcher Hitze alle Körper sich in Gas verwandeln und in's Unendliche ausdehnen, so versteht es sich von selbst, daß die Zusammenziehung des Sonnenkörpers sich nicht

auf einmal, sondern nur sehr langsam und in dem Maaße hat vollziehen können, als sich die entwickelte Wärme durch Strahlung in dem kalten Weltraum vertheilte. In der That ist von jener enormen Wärmemenge gegenwärtig nur noch ein sehr kleiner Rest vorhanden. Ein Theil derselben ging zunächst verloren durch Verwandlung in die mechanische Kraft des Planetensystem's selbst; doch erscheint dieser Verlust nur unbedeutend im Vergleich zu der ganzen Menge. Man hat berechnet, daß jetzt nur noch der 450ste Theil der ursprünglichen, von der Sonne bei ihrer Verdichtung entwickelten Kraft in der mechanischen Kraft der Bewegung des Planetensystem's enthalten ist; das Uebrige ist in der That alles zu Wärme geworden. Von dieser Wärme kann aber zur Zeit ebenfalls nur noch ein verhältnißmäßig kleiner Theil vorhanden sein, da, wie schon angedeutet, das weitaus meiste während der enorm langen Zeit, welche die Bildung unsres Planetensystem's in Anspruch nahm, durch Ausstrahlung in den ungeheuer kalten Weltraum verloren gehen mußte.[11]) Nichtsdestoweniger ist genug davon übrig geblieben, um alle in der Sonne enthaltenen Stoffe in flüssigem oder gasförmigem Zustande zu erhalten. Die geringste Schätzung veranschlagt die Temperatur der Sonne auf weit über 3000 Grad in der Hülle, und weit über zehntausend Grad im Kern, während neuere Forscher, wie Secchi, Zöllner, Klein u. A. weit höhere Zahlen angeben. So gibt Secchi fünf Millionen Grad C. für das Innere der Sonne und zehn Millionen Grad C. für die äußere Schicht der Photos-

phäre an, während er die Hitze an der Oberfläche der s. g. Chromosphäre sehr abnehmen läßt. Umgekehrt schätzt Zöllner die Temperatur der Sonnen-Photosphäre auf über dreizehn Tausend Grad C., die des Kerns in einer Tiefe von 139 geogr. Meilen unter der Oberfläche auf 78560 und in einer Tiefe von 2—3000 Meilen auf über eine Million Grad C., während Klein für die Oberfläche mindestens 27000 Grad C. angibt und die Schätzung der Temperatur des Innern für unmöglich erklärt. Neuerdings soll Zöllner die Temperatur der s. g. Chromosphäre auf 61,350 Grad C. berechnet haben. [12]) Daß diese Temperaturen hinreichen, um alle Sonnenstoffe in geschmolzenem oder dampfförmigem Zustand zu erhalten, bedarf kaum der Erwähnung. Schon auf der Erde sind Glas- oder Sammel-Linsen von einem Meter Durchmesser, obgleich sie sehr viele Strahlen absorbiren, hinreichend, um mit Hülfe der Sonnenwärme fast alle bekannten Stoffe, namentlich aber die Metalle, zu verflüchtigen oder in Dampf zu verwandeln, und in der Königl. Porzellan-Manufaktur in Berlin war Elsner im Stande, mittelst einer Hitze von 2500—3000 Grad C. eine Menge der festesten Stoffe zu verflüchtigen. Mit den besten Brenngläsern vermag man eine Hitze zu erzeugen, welche derjenigen gleichkömmt, die die Oberfläche der Erde zu ertragen hätte, wenn sie von der Sonne nicht weiter entfernt wäre, als der Mond von ihr selbst, oder circa 50,000 deutsche Meilen; und diese Nähe würde hinreichen, um die Erde in Dampf zu verwandeln.

Besser als über die Temperatur des Sonnen-Innern ist man über die Größe oder Menge der von der Sonnen-Oberfläche nach Außen ausgestrahlten Wärme unterrichtet. Der englische Physiker Tyndall hat berechnet, nachdem schon Herschel und Pouillet ähnliche Berechnungen aufgestellt hatten, daß die Gesammtsumme der von der Sonne ausgestrahlten Wärme hinreichen würde, um binnen einer Stunde 700,000 oder binnen einer Minute 12,000 Millionen Cubikmeilen eiskaltes Wasser zum Sieden zu bringen. Nach Secchi ist die an der Sonnen-Oberfläche fortwährend entwickelte Wärme im Stande, binnen einer Minute eine rings um dieselbe gelagerte Eisschichte von zehn und einem halben Meter Dicke zu schmelzen oder binnen einer Sekunde eine Wasserschicht von $13^1/_3$ Meter Dicke um einen Grad zu erhitzen. Nach Pouillet gibt die Sonne soviel Wärme ab, daß man, um sie künstlich hervorzubringen, stündlich eine rings um ihre Oberfläche gelagerte, zehn Fuß dicke Schicht reinsten Kohlenstoffes verbrennen müßte; und die jährlich abgegebene Wärmemenge würde genügend sein, um einen 36 Meter dicken Eishimmel zu schmelzen, welchen man sich in derselben Entfernung, wie die Erde, rings um die Sonne gelagert denkt!!

Daß diese enorme Wärmemenge nach dem Gesetz von der Aequivalenz der Kräfte auch einer enormen Summe von mechanischer Kraft entspricht oder entsprechen muß, versteht sich von selbst. Ein einziger Quadratmeter der Sonnen-Oberfläche entwickelt darnach im Laufe einer Sekunde eine mechanische Kraft oder

Gewalt von nahe an 75000 Pferdekräften, während die mechanische Arbeit der gesammten Sonnenstrahlung an ihrer Oberfläche in gleicher Zeit der jeder Vorstellung spottenden Zahl von nahe an 500,000 Trillionen Pferdekräften entspricht!

Von dieser ungeheuren Wärme- und Kraft-Menge empfängt natürlich unsre bescheidene, im Verhältniß zur Sonne verschwindend kleine Erde nur den allergeringsten Theil. Man hat berechnet, daß dieselbe nur den 2300 millionsten Theil der von der Sonnen-Oberfläche ausgestrahlten Wärme-Menge in sich aufnimmt. (Spiller nimmt nur den 12560 millionsten Theil an). — Dennoch ist diese verhältnißmäßig so geringe Wärme- und Kraftmenge, wie noch im Einzelnen gezeigt werden wird, die einzige und letzte Ursache aller Bewegung und alles Lebens auf Erden!

Selbstverständlich mußte die Sonne, als sie noch Gas- oder Nebelmasse oder kosmische Urmaterie war, eine ungeheure Ausdehnung besessen haben — eine Ausdehnung, welche weit über die Bahn des jetzt entferntesten Planeten Neptun hinauslag und welche mit 7—800 Millionen Meilen Halbmesser wohl noch als zu gering veranschlagt sein mag. Der jetzige Sonnen- und Planeten-Stoff war damals so vertheilt oder verdünnt in diesem riesigen Weltraum, daß ein Gramm fester irdischer Substanz vielleicht mehr als tausend Millionen Kubikmeter gleichmäßig erfüllen mußte, oder daß nach andern Berechnungen die Dichtigkeit dieses Urnebels nur den 553 millionsten Theil der Dichtigkeit unsrer atmos-

phärischen Luft oder nach Radenhausen den zehnmillionsten Theil der Dichtigkeit des Wasserstoffs, des leichtesten aller Erdenkörper, betragen konnte. Die Verdichtung oder Zusammenziehung der Sonne aus jenem Urnebel bis zu ihrer jetzigen Gestalt und Größe geschah auch nicht plötzlich, sondern sehr allmählig, sie mag Millionen oder Billionen Jahre dazu gebraucht haben. Diese Zusammenziehung hat auch nicht aufgehört, sondern dauert immer noch fort, und zwar in einem solchen Maaßstabe, daß sie sich durchschnittlich in jedem Jahrhundert um eine Meile ihres 192,000 Meilen betragenden Durchmesser's zusammenzieht und dadurch eine nie versiegende Quelle stets neuer Wärme-Erzeugung in sich trägt, ohne welche Quelle wahrscheinlich ein viel kürzerer Zeitraum, als derjenige unsrer historischen Zeitrechnung, hinreichen würde, um die Sonne in Folge allseitiger Ausstrahlung bis auf 0 Grad abzukühlen. Der englische Physiker Thompson hat berechnet, daß wenn auch der ganze Sonnenkörper aus bester englischer Steinkohle bestände, doch Licht und Wärme der Sonne ohne weitere Wärmezufuhr in einem Zeitraum von längstens 8000 Jahren erlöschen müßten. Bestände derselbe ganz aus Wasserstoff, welcher durch Verbrennung viermal so viel Wärme erzeugt, als Kohlenstoff, so würde sich der angegebene Zeitraum allerdings vervierfachen; allein es wäre nicht abzusehen, woher die dazu nöthige Sauerstoff-Menge kommen, und wohin der sich bildende Wasserdampf gerathen sollte. Ueberdem kann aus der Tageslänge der Erde berechnet werden, daß sich die mittlere Temperatur

der Erdoberfläche seit 2000 Jahren noch nicht um den hundertsten Theil eines Grades vermindert hat, woraus also hervorgeht, daß auch die mittlere Temperatur der Sonne sich während dieser Zeit nicht merklich vermindert haben kann. Die Ursache dieser Temperatur-Gleichheit liegt nun, wie gesagt, aller Wahrscheinlichkeit nach in der fortschreitenden Verdichtung der Sonnen-Materie oder Verwandlung mechanischer Arbeit in Wärme. Der ausgezeichnete Physiker Helmholtz hat berechnet, daß eine Verdichtung oder Zusammenziehung des Sonnenkörpers um nur den zehntausendsten Theil seines Durchmesser's hinreichen würde oder müßte, um den stetigen Wärmeverlust desselben nach Außen für eine Reihe von zweitausend Jahren zu ersetzen — eine Verkleinerung, welche selbst für unsre feinsten Meßinstrumente unerkennbar sein würde. Nach einer ähnlichen Berechnung des amerikanischen Astronomen Young genügt zum Ersatz aller Wärme, welche die Sonne während eines Jahres ausgibt, eine jährliche Zusammenziehung derselben um 240 Fuß ihres Durchmessers.

Natürlich entsteht hier die Frage, wohin denn diese fortwährende Verdichtung und Abkühlung, gegen welche letztere die Verdichtungswärme doch nur für eine Zeitlang hilft oder helfen kann, schließlich führt oder führen muß — und die Antwort lautet, wie nicht anders möglich: zu einem schließlichen Untergang der Sonne als leuchtendes Gestirn. Denn fortwährend zerstreut die Sonne enorme Mengen von Wärme nutzlos in den Weltraum, gegen welchen Verlust die Verdichtung, wie

gesagt, nur eine Zeitlang ankämpfen kann, bis zuletzt in Folge mehr und mehr fortschreitender Abkühlung nur ein fester, glühender Kern mit dunkler oder erstarrter Oberfläche übrig bleibt. Alsdann wird das glänzende Tagesgestirn aufhören zu leuchten, und es tritt in seine s. g. geologische Entwicklungsstufe, oder — mit andern Worten — es erreicht diejenige Stufe der Entwicklung oder aber Rückbildung, in welcher sich zur Zeit unsre Erde befindet. Alsdann muß auch alles Leben auf der Erde ein Ende nehmen, da ohne den leuchtenden und wärmenden Strahl der Sonne nichts Lebendes auf derselben bestehen kann; und die Erde selbst tritt in jenes Stadium der Rückbildung ein, in welchem sich gegenwärtig unser Trabant oder der Mond befindet, d. h. sie wird eine starre, todte, lebenlose oder höchstens noch durch vulkanische Thätigkeit bewegte Masse!! [13])

Uebrigens braucht sich der geehrte Leser deßhalb keiner Besorgniß bezüglich seiner Existenz oder derjenigen seiner nächsten Nachkommen hinzugeben, da der Eintritt eines solchen Zeitpunktes noch in unmeßbarer Ferne liegt. Bis die Sonne, welche sich gegenwärtig noch im ersten Stadium der gasigen oder flüssigen Beschaffenheit befindet, nur die gegenwärtige Dichtigkeit der Erde erreicht, würden nach einer einfachen Berechnung von Helmholtz noch circa 17 Millionen Jahre zu vergehen haben!!

Obendrein ist selbst dieser enorme Zeitraum wohl noch zu gering gegriffen, da es noch einen andern höchst merkwürdigen Umstand gibt, welcher möglicherweise das

Leben der Sonne und ihre Eigenschaft als Licht- und Wärmequelle noch weit über die Zeit hinaus zu verlängern im Stande ist, die ihr sonst durch ihren natürlichen Lebensproceß angewiesen sein würde. Denn höchst wahrscheinlich ist die Sonne ein Körper, welcher nicht bloß, wie ein schlechter Haushalter, immer nur Wärme oder (was dasselbe ist) Kraft ausgibt, sondern auch solche einnimmt — d. h. der Verbrennungs-Proceß, in welchem sie sich befindet, wird unterhalten nicht bloß durch ihre eigne Verdichtungswärme, sondern auch durch Wärme- und Kraftzufuhr von Außen. Diese Zufuhr kann bestehen theils in einer anhaltenden Erwärmung von der allerdings, wie gezeigt wurde, problematischen Centralsonne her; theils in einem fortwährenden Freiwerden von Wärme in Folge der zahlreichen chemischen Verbindungen, welche sich an der äußeren, der Abkühlung ausgesetzten Seite der Sonnenoberfläche fortwährend entwickeln müssen; theils und endlich in einem fortwährenden Hineinstürzen von planetarischen Fremdkörpern, d. h. von Kometen und Sternschnuppen oder s. g. Asteroïden (Feuerkugeln, Meteore, Meteoriten) in den Sonnenkörper. Diese Körper erfüllen höchst wahrscheinlich in ungezählten Mengen den Weltraum (man sieht von den letzteren oft viele Tausende im Laufe einer einzigen Nacht bloß von der Erde aus, und nach den Berechnungen der Astronomen fallen durchschnittlich jede Stunde mindestens deren sechs); und es scheint kaum anders möglich, als daß die Sonne bei ihrem großen Weltgang durch den unendlichen Himmelsraum einer nicht geringen

Anzahl derselben unterwegs begegnet und durch ihre gewaltige Anziehungskraft sie nöthigt, sich ihr einzuverleiben. Vielleicht auch findet ein ganz regelmäßiger Zufluß solcher Meteormassen, welche nach neueren Ansichten nichts anderes sind, als Stücke oder Ueberreste aufgelöster Kometen, aus unserm eignen Planetensystem heraus statt, indem wahrscheinlich eine große Menge derselben in Gestalt kleiner Himmelskörper einen regelmäßigen Bestandtheil dieses System's ausmacht und gleich wie die Planeten selbst die Sonne in regelmäßigen Bahnen umkreist. [14]) Viele dieser Feuerkugeln oder Meteore fallen bekanntlich auch auf unsre Erde nieder, und zwar in solchen Mengen, daß nach Arago täglich mindestens zwei Meteorsteine zur Erde fallen, während Reichenbach durchschnittlich auf jedes Jahr nicht weniger als 4,500 Meteorsteinfälle rechnet, und daß Haidinger das Gewicht der jährlich zur Erde fallenden Aërolithen auf 450,000 Pfund veranschlagt. Manche Gelehrte sind sogar der weitgehenden Meinung, daß unsre ganze Erde aus solchen Steinfällen nach und nach entstanden sei — was freilich die Gleichartigkeit der Stoffe der Erde und der Meteoriten mit Leichtigkeit erklären würde. Die ganze Erscheinung ist übrigens eine so auffallende und wunderbare, daß man lange Zeit hindurch die darüber cursirenden Erzählungen für Märchen hielt (während man andere, viel unwahrscheinlichere oder unmögliche Dinge, wie Wunder, Auferstehung, Offenbarung und dergleichen steif und fest glaubte) und in gut constatirten Fällen die gezwungensten Erklärungen versuchte. So hielt man die

Meteorsteine bald für Auswürflinge von Vulkanen, bald nahm man an, sie entständen dadurch, daß der Blitz einzelne, in der Erde verborgen liegende Steine treffe und enthülle, indem er sie gleichzeitig erhitze, während man die Sternschnuppen und Feuerkugeln für Erzeugnisse brennbarer Gase hielt, welche von der Erde aufstiegen und sich in der Höhe entzündeten. Von dem Volksglauben der Alten wurden die Sternschnuppen bekanntlich für böse Geister oder Dämonen erklärt, welche die Gespräche der Himmlischen belauscht hätten, dabei ertappt worden wären und nun zur Strafe dafür aus den oberen Regionen in die unteren herabgestürzt würden. Gegenwärtig ist die ganze Erscheinung, deren kosmischen Ursprung Niemand mehr bezweifelt, sehr genau gekannt (in allen Museen finden sich Aërolithen in genügender Anzahl), und dieselbe hat viel Licht auf die chemische Constitution des Himmelsraum's geworfen, lange ehe man etwas von der Spektral-Analyse wußte.

In ähnlicher Weise nun, wie die soeben geschilderten Meteorsteinfälle auf die Erde niederstürzen, würden nach der vorhin angedeuteten Theorie diese kleinen Himmelskörper in großer Menge von der Sonne angezogen und aufgesogen und dienten hier gewissermaaßen zur Ernährung derselben oder zur Unterhaltung ihres Verbrennungsprocesses, indem sie theils fremde Stoffmassen herbeiführten, theils durch den bei dem Aufprallen auf den Sonnenkörper entstehenden Stoß eine bedeutende Menge von Wärme oder Hitze entwickelten. Denn daß gehemmte Bewegung eines Körpers sich in Wärme um-

wandelt, ist ein bekannter Grundsatz der Physik; und diese Wärme muß um so größer sein, je heftiger der Stoß, oder je größer die Geschwindigkeit des fallenden Körpers ist. Diese Geschwindigkeit würde aber bei einem aus der Entfernung des Sonnenhalbmessers auf die Sonne fallenden Körper in Folge der enormen Anziehungskraft der letzteren nicht weniger als 637 Kilometer in der Sekunde betragen. Auf diesen Grundsatz gestützt, hat Dr. R. Mayer in Heilbronn, der berühmte Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, berechnet, daß ein auf die Sonne fallendes Asteroid durch seinen Stoß eine Hitze entwickeln müßte, welche gleich derjenigen Hitze ist, die durch Verbrennung eines viertausend mal so großen Stückes von Steinkohle entwickelt werden würde. Ein Kilogramm Wasser würde nach Secchi durch einen solchen Fall auf die Sonne eine Wärmemenge erzeugen, die hinreicht, um seine eigne Temperatur um mehr als 49 Million Grad zu erhöhen. „Die Erde würde durch ihren Fall auf die Sonne eine Wärmemenge entwickeln, gleich derjenigen, welche durch die Verbrennung einer 6000 mal so schweren Masse Steinkohle erzeugt wird, und diese Wärme würde vollständig hinreichen, um den durch die Ausstrahlung der Sonne entstehenden Verlust an Wärme auf 69 Jahre zu decken;" und alle Planeten zusammengenommen würden durch ihr Hineinstürzen in die Sonne deren Wärme für die enorme Dauer von 45,000 Jahren zu erhalten im Stande sein. Also erscheint es darnach leicht begreiflich, daß eine regelmäßige Zufuhr von Meteoriten

zur Sonne einen nicht unbeträchtlichen Beitrag zur Erhaltung ihrer Wärme liefern müßte.

Ist nun diese s. g. Meteoriten-Theorie richtig, so würde sich die Sonne merkwürdiger Weise ganz ähnlich den organischen Körpern unsrer Erde verhalten, d. h. sie würde einen regelmäßigen Lebensproceß von Aufnahme und Verbrauch unterhalten; und mancherlei Spekulationen naturphilosophischer Art oder Vergleichungen mit organischen Körpern ließen sich daran anknüpfen, Vergleichungen, welche wir ihres sehr zweifelhaften Werthes halber lieber unterlassen wollen. Auch darf nicht vergessen werden, zu bemerken, daß die ganze Theorie von gelehrter Seite starke Anfechtungen erfahren hat, und daß sogar in Zweifel gezogen worden ist, ob überhaupt Meteore auf die Sonne niederfallen, während Andere wieder das Hineinstürzen derselben teleskopisch mit Augen gesehen haben wollen.[15]) Andere wieder, wie Secchi oder der tüchtige Meteoritenbeobachter P. Greg in Manchester oder Prof. Thompson in Glasgow, glauben dieses Hineinstürzen zwar nicht ableugnen zu sollen, halten aber die Menge der kleinen, um die Sonne rotirenden Körper oder der möglicherweise aus dem außerplanetarischen Weltraum aufgelesenen Körper für viel zu gering, um einen so enormen Effekt, wie die Erhaltung der Sonnenwärme, hervorzubringen. Auch hat man von gegnerischer Seite darauf hingewiesen, daß ein einigermaaßen bedeutender Zuwachs der Sonnenmasse durch Meteorfälle schon um deßwillen nicht stattfinden oder stattgefunden haben könne, weil, wie aus den

Berechnungen der Erdbewegung hervorgehe und wie bereits erwähnt wurde, die Sonne seit den letzten tausend oder zweitausend Jahren nachweisbar nicht bemerkbar schwerer geworden sei.

Auch die Existenz der zweitgenannten Quelle der Sonnenwärme durch Erzeugung chemischer Verbindungen und Freiwerden s. g. latenter Dissociations-Wärme hat man in Zweifel gezogen, weil, wie man sagte, die Sonne nicht eigentlich brenne, sondern nur glühe, und weil bei der großen, auf ihr existirenden Hitze chemische Verbindungen entweder gar nicht möglich seien, und Wärme deßhalb nicht entbunden werden könne, oder weil, wenn auch solche Verbindungen in kühleren Regionen der Sonnen-Atmosphäre zu Stande kämen, doch die dabei entstehende Wärme durch die Zersetzung jener Verbindungen in tieferen Regionen wieder verloren gehen müsse.

Mag sich dieses indessen verhalten, wie es wolle, und mag die Sonnenwärme außer ihrer Verdichtungswärme noch durch andre und weitere Ursachen erhalten werden oder nicht — ihrem schließlichen Schicksal des endlichen Untergangs in ihrer Eigenschaft als leuchtendes Gestirn wird die Sonne ebensowenig entgehen, wie unsre organischen Körper und wie alle Weltkörper überhaupt, da ihr Verbrauch an Kraft oder Wärme jedenfalls viel größer ist, als ihre Einnahme. Gegenwärtig jedoch befindet sie sich noch in vollster Jugendkraft, indem die Kraft ihrer Wärme-Strahlung eher zu- als abzunehmen scheint, und verbrennt auf dem Oben geschilderten Wege

die entweder in ihr enthaltenen oder aber die von Außen ihr zugeführten Stoffe in ihrer Lichthülle oder Photosphäre, indem dadurch die bereits beschriebenen Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrums hervorgerufen werden.

Was nun diese noch nicht näher beschriebene Photosphäre oder glühende Gas- und Lichthülle selbst angeht, so hat man dieselbe durch direkte Beobachtung und Betrachtung der Sonne in den letzten Jahrzehnten etwas genauer kennen gelernt und als ein ungeheures, aus verschiedenen Abtheilungen bestehendes und die Sonne rings umgebendes, leuchtendes Gas-, Dunst-, Nebel- oder Wolken-Meer erkannt, welches gebildet wird aus den glühenden Dämpfen der Bestandtheile der Sonne selbst, und welches sich in einer steten großartigen Bewegung und Thätigkeit befindet — einer Thätigkeit, von deren Größe wir uns keinen Begriff zu machen im Stande sind, da uns jeder vergleichende Maaßstab dafür abgeht. Wohl hat man Vergleiche mit unsern Wolkenbildungen und den Bewegungen unsrer irdischen Atmosphäre gezogen, aber dieselben können uns nur ein schwaches Bild jener Thätigkeit liefern, da manche der helischen Wolken oder Gasmassen die Größe unsrer ganzen Erde um das Fünf- bis Zehn- und Mehrfache übertreffen, und da die in der Sonnen-Atmosphäre wüthenden Stürme mit einer Gewalt und Geschwindigkeit (30—60,000 Meter und mehr in der Sekunde) dahinsausen, daß unsre wüthendsten irdischen Organe, deren höchste Leistung auf 400 Meilen per Tag berechnet wird, im Vergleich dazu

nur wie ein sanfter Windhauch erscheinen. Nach den Schilderungen der die Sonne beobachtenden Astronomen zu schließen, gibt es Nichts in der uns bekannten Natur, das sich an Gewalt und Großartigkeit auch nur entfernt mit diesen Vorgängen in der Sonnen-Atmosphäre vergleichen ließe; und Alles, was wir von den furchtbarsten Natur-Erscheinungen auf der Erde kennen, wie Stürme, Erdbeben, Vulkane, Brände, Ueberschwemmungen u. s. w., muß im Vergleich mit diesen Vorgängen, welche nur den gewaltigsten physikalischen und chemischen Processen ihre Entstehung verdanken können, als reines Kinderspiel erscheinen. Am auffallendsten erscheinen dabei die berühmten s. g. Sonnen-Protuberanzen oder jene prachtvollen Licht-Erscheinungen, welche aus dem Sonnenrande mit ungeheurer Gewalt wie brennende Berge oder Thürme hervorschießen, eine Zeitlang bestehen und alsdann zerplatzen, zusammensinken und die Sonnenoberfläche mit Tausenden von kleineren Flammen übersäen. Am deutlichsten sieht man dieselben bei Gelegenheit totaler Sonnenfinsternisse, wo sie in prachtvoller, rosenrother Glorie erscheinen und von den Astronomen mit einem wahren Entzücken geschildert werden; doch kann man sie jetzt jederzeit bei hellem Himmel mit Hülfe eigens eingerichteter Instrumente beobachten.

Was die durch die Spektral-Analyse enthüllte Natur dieser merkwürdigen Licht-Erscheinungen anbetrifft, so werden sie hervorgebracht durch riesige Säulen brennender Gase, namentlich von glühendem Wasserstoff-Gas (ihr Spektrum zeigt am deutlichsten die für diesen Stoff

charakteristischen drei Linien), welchem einige Metalldämpfe, wie Eisen-, Magnesiumdämpfe u. s. w., vielleicht auch Wasserdämpfe (als Produkt einer chemischen Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff) beigemischt sind. Sie brechen bisweilen als förmliche Eruptionen oder Explosionen mit einer mit Nichts zu vergleichenden Gewalt und Schnelligkeit entweder aus den Tiefen der Sonne selbst oder aus der s. g. Chromosphäre (einer Unterabtheilung der Photosphäre oder der Sonnen-Atmosphäre) hervor, indem sie sich mitunter bis zu einer Höhe erheben, welche fast der Entfernung unsres Mondes von der Erde gleichkömmt, und eine Breite von zwanzig und mehr nebeneinandergestellten Erdkugeln erreichen — Alles mit einer Schnelligkeit, welche nach Lockyer bis fünfundzwanzig, nach Young bis sechsunddreißig geographische Meilen in der Sekunde erreichen kann. Young sah solche Säulen bis zu einer Höhe von 100,000 englischen Meilen im Laufe weniger Minuten emporsteigen — eine Geschwindigkeit, bei welcher z. B. verdichtetes Eisen weit weggeworfen werden müßte. In der That hat Proktor den Versuch gemacht, die meteorischen Eisenmassen, welche auf die Erde niederfallen, als Auswürflinge der Sonne zu deuten. Man kann dieses um so weniger für unmöglich erklären, als einige Astronomen nach ihren Beobachtungen annehmen, daß in der That ein Theil der von der Sonne ausgeschleuderten Massen unter Umständen nicht mehr zu ihr zurückkehrt, und daß daher die Sonne fortwährend große Mengen der in ihr enthaltenen Gase oder Dämpfe in den Welt-

raum hinausschleudert. Ist diese Theorie richtig, so würde dadurch vielleicht eine Compensation des Zuwachses an Masse eintreten, den die Sonne durch hereinfallende Meteoriten erfährt; und der Einwand, den man gegen letztere Annahme aus der Nichtzunahme der Sonnenmasse in den letzten zweitausend Jahren erhoben hat, würde dadurch hinfällig werden.

Nicht selten steigen in Folge der geschilderten Gewalt die Protuberanzen so hoch in die Höhe, daß sie sich von der Photosphäre loslösen und eine Zeitlang wie Wolken frei über derselben schweben. Sie verändern übrigens ihre Gestalt oft in ganz kurzer Zeit auf das Wesentlichste.[16]) Die Zeichnungen, welche der ausgezeichnete Astronom Spörer vor nicht langer Zeit der Akademie der Wissenschaften in Berlin vorgelegt hat, sehen aus, wie vom Sturmwind gepeitschte Flammen eines gewaltigen Brandes, die von der Brandstätte fort hinaus in die Luft gerissen worden sind. Zuweilen steigt ein solches Gebilde kerzengrad in schmalen Streifen auf und schlägt dann in der Spitze um, so als ob dieselbe von einem Sturmwind umgeworfen worden wäre. Eine der größten Protuberanzen wurde am 30. August 1880 auf der Pariser Sternwarte von Thollon beobachtet. Sie war eine Gassäule von mindestens 46,000 Meilen Höhe, ragte also um den vierten Theil des Sonnendurchmessers über den Rand der Sonne empor, während man sonst eine Protuberanz von der halben Höhe schon zu den ungewöhnlich großen rechnet. Um elf Uhr Vormittags bemerkte man sie erst als eine kleine Erhöhung, welche

stetig wuchs; um ein Uhr war sie bereits wieder vollständig verschwunden. — Secchi betrachtet die Protuberanzen als lokale, aus glühenden Gasen bestehende Anhäufungen der Chromosphäre, welche durch besondere Ursachen in die Höhe getrieben werden und sich bei ihrem Aufsteigen durch fortwährende Verdünnung und Abkühlung schnell wieder zerstreuen. Manche derselben mögen nach ihm aus den Tiefen der Sonne selbst stammen, während andere nur lokale Bewegungen oder Stürme in der Sonnen-Atmosphäre sind; daher auch Zöllner die Protuberanzen in die zwei Klassen der eruptiven und der dampf- oder wolkenförmigen Gebilde theilt. Ihrer Gestalt nach unterscheidet S. Haufen-, Strahlen-, Büschel- und nebelartige Protuberanzen. Ihre Dauer beträgt Stunden bis Tage; und sie scheinen den ganzen Sonnenkörper rings zu umgeben.

Ganz nahe verwandt mit den Protuberanzen oder vielleicht dasselbe, wie sie — nur in der Regel in bedeutend verkleinertem Maaßstab — sind die s. g. Sonnenfackeln, welche in Gestalt einer Unmasse von durcheinander züngelnden Flammen die ganze Sonnen-Oberfläche überdecken und am stärksten in der Nähe des Sonnen-Aequators, sowie in der unmittelbaren Umgebung der Sonnenflecken aufzutreten pflegen, welche letzteren in der Regel wie in die Fackeln eingebettet erscheinen. Sie geben der Sonnenoberfläche ein gerunzeltes, wellenförmig bewegtes Ansehen, wie von zahllosen, durch- und übereinander gewundenen Zungen oder Weidenblättern oder

gleich einer allgemeinen, unregelmäßigen Granulirung oder Marmorirung, und lassen vermuthen oder ahnen, welches großartig bewegte Leben da Oben herrscht. In der That schildern uns die Astronomen die Oberfläche der Sonne als ein wildes, ununterbrochen von den wüthendsten Stürmen gepeitschtes Meer oder als ein fortwährendes Spiel auf- und absteigender Ströme oder Blasen von glühenden Gasen und Dämpfen, wodurch eine stets siedende und wallende Bewegung der Oberfläche hervorgebracht wird. Es ist ein steter Austausch zwischen dem glühenden Innern der Sonne und der abkühlenden Oberfläche, wobei diese letztere bald in dunkle Abgründe zerreißt, bald in ungeheuren Flammenbergen emporlodert, bald sich auf Tausende von Meilen weite Entfernungen mit schlackenartigen Wolkenbildungen bedeckt — Alles mit einer Schnelligkeit, gegen welche die Geschwindigkeit unsrer schnellsten Eisenbahnzüge wie das Kriechen einer Schnecke erscheint. „Da es Fackeln gibt“, sagt J. F. Klein, „welche eine Länge von 50—100,000 (deutschen) Meilen besitzen und diese oft in wenigen Tagen entstehen und vergehen, so folgt schon hieraus, daß auf der Sonne Revolutionen von einer Großartigkeit vor sich gehen, die unser Fassungsvermögen bei Weitem übersteigt.“

Aus diesen Vorgängen erklären sich auch ohne große Schwierigkeit die räthselhaften, schon öfter erwähnten Sonnenflecken, obgleich über ihre eigentliche Natur noch ziemlich weit auseinandergehende Meinungen unter den Astronomen herrschen. Jedenfalls stellen sie örtliche Störungen im Gleichgewicht jener die Sonne umgeben-

den Gas- oder Nebelhülle dar und sind entweder, wie Secchi (in einiger Uebereinstimmung mit der früher erörterten Wilson'schen Hypothese) behauptet, aufgerissene, mit dichteren und daher undurchsichtigen Metalldämpfen erfüllte, übrigens nicht sehr tiefe Oeffnungen, Vertiefungen oder Hohlräume in der Photosphäre, welche durch stürmische Bewegungen in der letzteren und durch die Gewalt monatelang aufgestauter Dämpfe erzeugt werden, und in welche sich die photosphärischen Massen von der Seite her hineinstürzen — oder, wie Spörer, Weber, Kirchhoff u. A. wollen, Rauchmassen oder Rauchwolken, welche als Produkte der Sonnenfackeln und vielleicht, wie Reis glaubt, als aus Eisenoxydhydrat bestehende Rostwolken oder Rostflecken durch die gewaltige Anziehungskraft der Sonne bisweilen längere Zeit in unveränderter oder wenig veränderter Lage und Gestalt festgehalten werden — oder endlich, wie Faye, Zöllner, Gautier u. A. annehmen, ungeheure Flächen halb erkalteter Schlacken, welche als die ersten Anfänge beginnender Krustenbildung oder langsamen Erkaltens an der Oberfläche sich verdichten, eine Zeitlang bestehen, alsdann schwerer werden, niedersinken, sich in den heißeren Schichten der Gashülle wieder auflösen, u. s. w. Einen zwischen beiden letzteren Anschauungen vermittelnden Standpunkt behaupten Spiller u. A., welche annehmen, daß die Sonnenflecken halb erkaltete, durch theilweise Abkühlung oder lokale Temperatur-Erniedrigung hervorgebrachte Schlacken- oder schlackenartige Massen seien, mit theils darüber schwebenden, theils dieselben um-

gebenden, aus Verbrennungs-Produkten bestehenden Wolken oder wolkenartigen Gebilden, welche die Ursache der s. g. Penumbra oder des die Sonnenflecken in der Regel umgebenden Halbschattens seien — eine Ansicht, welche um so mehr für sich haben dürfte, als der berühmte Astronom Spörer in Anklam, welcher als der beste gegenwärtig lebende Kenner der Sonnenflecken angesehen wird, nach neueren Nachrichten sich derselben angeschlossen zu haben scheint. Der französische Astronom Faye nimmt an, daß sich in den Tiefen der Sonnen-Atmosphäre wegen der daselbst herrschenden hohen Temperatur chemische Verbindungen nicht bilden könnten, während sie dagegen an der erkaltenden Oberfläche möglich seien. Diese Niederschläge müßten nun in Folge ihrer größeren Dichtigkeit und Schwere wieder in das Innere niedersinken, wo sie von Neuem zersetzt würden und durch ihr Niedersinken Anlaß zu in entgegengesetzter Richtung aufsteigenden Strömungen gäben, was dann weiter den Anstoß zur Bildung der nach Zahl, Form, Größe, Stellung so sehr veränderlichen Flecken gäbe. In der That verändern sich viele Sonnenflecken oft sehr rasch im Verlaufe weniger Stunden oder Tage, während andere wieder oder die s. g. „ausdauernden" Flecken Monate lang derart unverändert bestehen bleiben, daß man sie bei der 25tägigen Umdrehung der Sonne, wenn sie am dreizehnten Tage am östlichen Rande wieder erscheinen, mit Leichtigkeit wiedererkennen kann — und zwar dieses mehremal, nach Schwabe bis zu 22 mal hintereinander. Bisweilen fließen mehrere kleinere Flecken

zu einem größeren zusammen, oder es löst sich umgekehrt ein großer Flecken in mehrere kleinere auf. Ihre Zahl ist ebenso wechselnd, wie ihre bald runde, bald längliche, bald eckige oder gezackte Form, so daß man mitunter in einem Jahre viermal so viele erscheinen sieht, wie in einem andern. Auch existirt in dem Auftreten der Sonnenflecken eine gewisse, von elf zu elf Jahren sich bemerkbar machende Periodicität, die aber noch wenig genau erforscht ist, und die man mit den Witterungs-Verhältnissen der Erdoberfläche, sowie mit den Erscheinungen des Erd-Magnetismus in Verbindung zu bringen versucht hat. Man kann dieses nicht als unmöglich oder unwahrscheinlich bezeichnen, da man einzelne Sonnenflecken beobachtet hat, welche die Erde an Größe um das Zehn- bis Zwanzigfache übertrafen, während allerdings die meisten derselben nur einen Durchmesser von Eintausend Meilen und weniger aufweisen. Die kleinsten sind die s. g. Sonnen-Poren, welche, wie es scheint, in unzähliger Menge die ganze Sonnen-Oberfläche überziehen. Ihre Bewegung geschieht zwar selbstverständlich mit der Bewegung der Sonne, doch führen sie auch ihre eignen Bewegungen auf der Sonnenoberfläche aus.[17])

Wenn es freilich — um noch einmal auf die Theorie der Sonnenflecken zurückzukommen — richtig ist, daß, wie Secchi, entgegen den bisherigen Annahmen, behauptet, die Sonnenflecken bei einer nur relativen Dunkelheit nicht weniger, sondern mehr Hitze ausstrahlen, als die übrigen Theile der Sonnenoberfläche,

und daß die die Fraunhofer'schen Linien erzeugende, Licht absorbirende Ursache im Innern der Flecken stärker wirkt, als außerhalb, so dürfte dieses der Wolken- und Schlacken-Theorie als nicht günstig erscheinen und mehr für die, freilich ebenfalls mancherlei Bedenken unterliegende Secchi'sche Höhlen-Theorie sprechen. Auch die den rothen Protuberanzen der Sonnenfinsternisse entsprechenden rosenrothen Schleier oder Feuerzungen, welche man häufig inmitten der Flecken auftauchen sieht, sowie die die Flecken umgebenden Sonnenfackeln oder Lichtmassen, welche mitunter so groß werden, daß sie sich über die halbe Sonnenscheibe erstrecken; endlich der öfter beobachtete Umstand, daß an denselben Stellen, wo heute mächtige Eruptionen großer Protuberanzen stattfanden, folgenden Tages große Flecken auftauchten, als Erzeugniß der ausgeworfenen und wieder zurückgesunkenen Dämpfe — scheinen für die Ansicht Secchi's zu sprechen. Mag sich dieses indessen verhalten, wie es wolle, und mag die eine oder die andre Ansicht richtig sein, jedenfalls sind die Flecken, wie schon angedeutet, die Resultate stürmischer Bewegungen oder gewaltiger Störungen und Krisen im Innern der Sonnenmasse und deuten im Verein mit den Protuberanzen und Fackeln auf stete gewaltige Vorgänge und ungeheure Revolutionen innerhalb der Lichthülle der Sonne, deren ruhiges, gleichmäßiges Licht und behagliches Scheinen uns auch nicht entfernt ahnen läßt, welchen großartigen und ununterbrochenen chemischen und physikalischen Vorgängen wir dasselbe zu verdanken haben.

„Man erkennt aus diesen Beschreibungen", sagt

F. J. Klein (Ansichten aus Natur und Wissenschaft, S. 26), „daß die uns so friedlich leuchtende und Wärme spendende Sonne der unermeßliche Schauplatz eines Kampfes der Elemente ist, wie ihn an wilder Großartigkeit keines Menschen Phantasie sich ähnlich vorstellen kann. In dem ungeheuren, nebelglühenden Meere, welches die Sonnen-Oberfläche bildet, entspringen ununterbrochen, bald hier, bald da, Fontainen glühenden Wasserstoffs, größer an Raum-Umfang, als unser ganzer Erdball. Sie werden emporgetrieben in eine glühende Atmosphäre bis zu einer Höhe, welche fast der Entfernung unsres Mondes von der Erde gleichkömmt. Diese unermeßlichen Gluthmassen, welche unsern Erdball wegfegen würden, wie der Bach einen Kork treibt, senken sich dann häufig in ungeheuren, Tausende von Meilen überspannenden Bogen wieder herab und erzeugen Wirbel der glühenden Sonnen-Atmosphäre von tausend Meilen Durchmesser. Es ist ein wahres Wüthen der rohen Materie auf der Sonne; es herrscht dort ein wilder Uebermuth der glühenden Mächte, deßgleichen keines Menschen Geist ahnte, ehe die Spektral-Analyse darüber Kunde brachte."

Alle diese Vorgänge werden uns übrigens erst dann ganz verständlich, wenn wir erfahren, daß jene Lichthülle der Sonne, in welcher so gewaltige Revolutionen vor sich gehen, nicht aus einer einfachen Gas- oder Nebelschichte besteht, sondern daß sie aus mehreren übereinander liegenden Abtheilungen zusammengesetzt ist, deren jede einzelne wieder eine besondere Thätigkeit für sich

zu entfalten scheint. Zunächst dem glühenden, halb flüssigen, halb gasförmigen Sonnenkern, dessen Aggregats-Zustand durch den Kampf zwischen der Wirkung der Gravitation und einer auf das Höchste gesteigerten Temperatur bestimmt wird, liegt die eigentliche Photosphäre oder jene glühende, weißes Licht und farbige Strahlen aussendende, durch Condensation der aus der Sonne aufsteigenden metallischen Dämpfe entstandene undurchsichtige Gas- oder Nebel-Schicht von hoher Temperatur, welche als die eigentliche Ursache des von der Sonne ausgesendeten Lichtes und ihrer Wärme anzusehen ist, und welche, wenn wir im Sande wären, sie spektralanalytisch zu untersuchen, ein s. g. continuirliches Spektrum erzeugen würde.

Oberhalb der Photosphäre breitet sich rund um die Sonne die weit ausgedehnte, mehr oder weniger durchsichtige Sonnen-Atmosphäre oder atmosphärische Hülle aus, welche in Folge des Umstandes, daß sie der Abkühlung mehr ausgesetzt ist, eine bedeutend geringere Temperatur besitzt und aus Gasen und Metalldämpfen besteht. Sie ist es, welche in ihrem untersten, hauptsächlich aus Metalldämpfen bestehenden und die Photosphäre unmittelbar umgebenden Theil durch Absorption die dunklen oder Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrum's erzeugt oder die s. g. Umkehrung der Linien bewirkt, und welche deßhalb den Namen der „absorbirenden Schicht" erhalten hat. Ihre absorbirende Kraft erstreckt sich gleicherweise wie auf die leuchtenden, auch auf die wärmenden und chemisch wirkenden Strahlen, und

zwar in einem solchen Maaße, daß Secchi die Absorption auf $^{88}/_{100}$ der gesammten Strahlung berechnet. Oder — mit andern Worten — wenn die Sonne ihrer absorbirenden Atmosphäre beraubt würde, so würde sie uns achtmal so glänzend und so heiß vorkommen, wie sie dieses wirklich thut. Das heißt, jedes Leben auf der Erde würde sofort unter dem Druck einer solchen Hitze erlöschen. Dieser Umstand schützt zugleich die Sonne vor der Gefahr eines allzu starken oder allzu schnellen Verbrauches ihrer Kraft, da die letztere gewissermaaßen in der Atmosphäre aufgespeichert wird, und da das, was an strahlender Wärme und Licht scheinbar verloren geht, in andrer Form an lebendiger Kraft wieder zum Vorschein kömmt.

Der obere Theil der Sonnen-Atmosphäre, welcher den Namen der Chromosphäre erhalten hat und von Lockyer auf tausend Meilen Dicke geschätzt wird, besteht fast ausschließlich aus glühendem Wasserstoff-Gas mit Beimischung leichterer Metalldämpfe, wie Natrium, Magnesium u. s. w., denen sich bei Gelegenheit der bereits geschilderten Gas-Eruptionen auch schwerere Metalldämpfe beimischen mögen. Denn die Chromosphäre ist, wie es scheint, der Hauptsitz oder Hauptschauplatz jener gewaltigen Strömungen und Umwälzungen oder jener Ausbrüche und Emporhebungen der weißglühenden Materie, aus der die Photosphäre und Chromosphäre zusammengesetzt sind, welche bereits eingehend geschildert wurden, und welchen die Protuberanzen, Sonnenfackeln und Sonnenflecken ihre Entstehung verdanken.

Vielleicht befindet sich, wie Meldola annimmt, zwischen Atmosphäre und Chromosphäre noch eine s. g. Verbrennungsschicht, in welcher chemische Verbindungen mit Sauerstoff möglich sind, während darüber hinaus der Wasserstoff seine alleinige Herrschaft behauptet. Uebrigens darf man sich wohl alle die beschriebenen Schichten oder Gashüllen nicht als streng unter einander getrennt vorstellen; sie sind ohne Zweifel durch Uebergänge jeder Art vermittelt und können bei Gelegenheit der stürmischen Bewegungen, welche bald in regelmäßiger, bald in unregelmäßiger Weise in ihnen auftreten, nicht umhin, da oder dort durcheinandergemengt zu werden. Daher mag es denn auch kommen, daß in der „Absorptions-Schicht" die Zahl und Beschaffenheit der absorbirenden Stoffe einigermaaßen wechselt, und daß, wie die zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Photografien des Sonnenspektrum's gelehrt haben, dasselbe ebenfalls in Bezug auf Zahl und Beschaffenheit der Fraunhofer-schen Linien als nicht durchaus constant erscheint.

Aber die zuletzt beschriebene Schicht oder die Chromosphäre ist noch lange nicht das äußerste Ende der Gashülle der Sonne. Ueber ihr erhebt sich noch jene gewaltige Licht-Erscheinung von höchster Schönheit und Wunderbarkeit, welche die Astronomen die Corona nennen, und welche bei Gelegenheit totaler Sonnenfinsternisse in demselben Augenblick, wo die letzte schmale Sichel der Sonnenscheibe und damit der letzte Sonnenstrahl hinter dem vorrückenden Mondrande verschwindet, plötzlich und den Beschauer im höchsten Grade über-

raschend hervortritt. Sie umgibt die verfinsterte Sonnenkugel wie eine Art Aureole oder Heiligenschein mit divergirenden Strahlen, aus welchen einzelne Ströme von Licht bis in Entfernungen von der Größe des Sonnendurchmessers bald nach dieser, bald nach jener Richtung hervorschießen und in tropischen Gegenden beinahe das Licht der verschwundenen Sonne ersetzen.

Ueber Natur und Ursache dieser merkwürdigen Licht-Erscheinung ist man noch sehr im Unklaren. Während man sie bisher gewissermaaßen als letzte und äußerste, aus kühlerem Wasserstoff in äußerster Verdünnung bestehende Fortsetzung der Gashülle der Sonne ansah, obgleich ein direkter Zusammenhang mit der Chromosphäre nicht nachgewiesen werden konnte, und obgleich ihre nicht gleichmäßig runde Begrenzung dem zu widersprechen scheint, will man jetzt aus den bei Gelegenheit der letzten Sonnenfinsterniß am 29. Juni 1878 in Amerika gemachten Beobachtungen schließen, daß die Corona nicht eine Atmosphäre oder Hülle sei, welche der Sonne angehört, sondern daß sie aus einer ungeheuren Anzahl kleiner kosmischer Weltkörper bestehe, welche in Gestalt s. g. kosmischer Wolken unausgesetzt von der Sonne angezogen diese umkreise, und von denen große Mengen fortwährend in die Sonne hineinstürzen, und zwar bald in größerer, bald in geringerer Zahl, je nachdem die in einem Zeitraum von elf Jahren die Sonne umkreisende kosmische Wolke in ihre Sonnennähe oder in ihre Sonnenferne tritt. Als besonders beweisend hierfür wird angeführt, daß das Spektroscop und

Polariscop festgestellt habe, daß das Licht der Corona nur reflektirtes Sonnenlicht sei, während allerdings Secchi in seinem berühmten Werke über die Sonne (1872) aus seinen spektroscopischen und polariscopischen Untersuchungen folgert, daß das Licht der Corona nur theilweise reflektirt, zum Theil aber auch selbstleuchtend sei. Ueber die Spektrallinien der Corona konnte er nicht ins Klare kommen. Mag dieses nun sein, wie es wolle, jedenfalls wird den Vertheidigern der Wolken-Theorie der Nachweis, woher die unerschöpflichen Mengen von unausgesetzt in die Sonne stürzenden Weltkörpern kommen mögen, nicht erlassen werden können.[18])

Natürlich hat man sich nicht begnügt, mittelst der Spektral-Analyse, welche uns so positive Aufschlüsse über die chemische Zusammensetzung der entferntesten Weltkörper zu liefern im Stande ist, bloß die Sonne zu untersuchen, sondern man hat die Untersuchung trotz der großen, damit verbundenen Schwierigkeiten und trotzdem das Licht der Fixsterne, welche Billionen Meilen von uns entfernt sind, 30,000 Millionen mal geringer ist, als dasjenige der Sonne, auch auf die Planeten, Kometen, Fixsterne, Nebelflecken u. s. w. ausgedehnt und dabei im Wesentlichen überall das Nämliche gefunden, wenn auch jeder Stern wieder sein besonderes Spektrum hat, und wenn es auch scheint, daß auf einigen derselben eine Anzahl besonderer oder uns fremder Stoffe vorkommen mögen, die entweder auf der Erde nicht vorhanden sind oder die wir bis jetzt auf derselben nicht entdeckt oder wenigstens noch nicht als s. g. Elemente

oder Urstoffe kennen gelernt haben. Namentlich hat sich gezeigt, daß die s. g. Fixsterne, wie dieses auch die frühere Astronomie annahm, nichts Anderes, als wirkliche Sonnen sind, d. h. glühende, mit brennendem Gas umgebene Körper, in deren Atmosphäre abermals die bekannten und schon genannten Stoffe, wie Eisen, Calcium, Natrium, Magnesium, Wasserstoff u. s. w. in Verbrennung begriffen sind. Auf einigen derselben hat man auch Stoffe als vorhanden erkannt, welche bis jetzt im Sonnenspektrum nicht nachgewiesen werden konnten, wie Tellur, Antimon, Wismuth, Quecksilber. Der Wasserstoff scheint auf der Mehrzahl der Fixsterne die Hauptrolle zu spielen und dort dieselben gewaltigen Eruptionen und Wirbelstürme zu veranlassen, wie auf der Sonne. [19]) Insbesondere scheint dieses zu gelten von jener merkwürdigen Art von Fixsternen, welche nur zeitweise sichtbar werden und im höchsten Glanze erstrahlen, um nach und nach wieder zu erlöschen, oder welche sich aus kaum wahrnehmbaren Sternen geringster Größe plötzlich bis zu Sternen ersten oder zweiten Ranges erheben und allmählig wieder in ihren früheren Zustand zurücksinken. Man nimmt an, daß auf diesen Sternen aus noch unbekannten Ursachen plötzliche ungeheure Ausbrüche brennender Gase, namentlich glühenden Wasserstoff's stattfinden, welche dann allmählig wieder verlöschen. In der That hat das Spektroscop die Anwesenheit großer Mengen von Wasserstoff in diesen Sternen nachgewiesen; so erkannten Miller und Huggins in einem von ihnen untersuchten Stern dieser Art am 16. Mai 1866 die

Linien C und F des Sonnenspektrum's. Möglicherweise kann auch das Zusammenstürzen zweier vorher getrennter Weltkörper die Ursache eines solchen plötzlichen Aufflammens sein.

Im Gegensatz zu den Fixsternen, welche ein Absorptionsspektrum, gleich der Sonne, wahrnehmen lassen, zeigen die Nebelflecke, deren genauere Kenntniß ein so merkwürdiges Licht auf die Probleme der Kosmologie geworfen hat, ein Linien-Spektrum mit hellen Linien auf relativ dunkelm Grund.[20]) Selbstverständlich gilt dieses nur von den s. g. planetarischen oder scheibenförmigen Nebeln, welche sich nicht durch das Telescop in einzelne Sterne oder Sterngruppen auflösen lassen, obgleich es auch einzelne, zum Theil auflösliche Nebel gibt, welche dieselben spektroscopischen Erscheinungen wie jene zeigen und damit verrathen, daß sie keine Sternhaufen, sondern in der Entwicklung zu gegliederten Himmelskörper-Systemen begriffene und darin bereits weiter vorgeschrittene Gasballen sind. Die wirklich auflöslichen Nebel oder Sternhaufen dagegen können sich spektralanalytisch nicht anders verhalten, wie die Sonnen oder Fixsterne und geben ein continuirliches oder ein Absorptions-Spektrum.

In den unauflöslichen oder wirklichen Nebeln, welche entweder ein continuirliches oder, wie meistens, ein Spektrum mit hellen Linien auf dunkelm Grunde liefern und also nichts andres sein können, als glühende Gasmassen ohne Kern, hat die Spektral-Analyse wiederum den Wasserstoff als Hauptbestandtheil, und neben ihm

große Mengen von Stickstoff nachgewiesen. Ihre Materie befindet sich noch in einem Zustande höchster Verdünnung und äußerster Dissociation. Sie nehmen, obgleich sie wegen ihrer fabelhaften Entfernungen (Millionen Jahre Lichtzeit) unserm Auge nur als kleine, runde oder schwach ovale Scheibchen erscheinen, doch ungeheure Räume im Weltall ein und sind nichts Anderes, als in der Entwicklung begriffene oder zur Entwicklung bestimmte Sonnen- und Planeten-Systeme, welche uns ein deutliches und gar nicht mißzuverstehendes Abbild der Geschichte der Entwicklung unsres eignen Welt-System's liefern. Man sagt daher nicht zu viel, wenn man behauptet, daß man bei ihrer Betrachtung gewissermaaßen dem stummen, aber darum nicht minder großartigen Schauspiel der Welten-Schöpfung gegenübersteht oder beiwohnt. Zieht man dabei weiter die ganz neuerdings von Lockyer und Huggins an das Licht gebrachte Thatsache in Betracht, daß die glänzendsten oder jüngsten und heißesten Sterne fast nur aus Wasserstoff bestehen, während sich die Metalle nur in den älteren und die Metalloïde nur in den allerältesten, schon halb erkalteten Sternen vorfinden, so scheint es, als ob der Wasserstoff, das leichteste aller chemischen Elemente, dessen metallische Natur nichtsdestoweniger durch Graham festgestellt worden ist, die Basis oder das Grundprincip aller andern einfachen Körper oder — mit andern Worten — die erste und früheste Form der Materie überhaupt bilde. Vielleicht gibt es nur eine einzige Materie in der Welt, und beruht die Verschiedenheit,

in welcher sie uns erscheint, nur in verschiedenen Zuständen oder Atom-Verhältnissen dieses Urstoff's oder des noch zu findenden Elementes der Elemente. Da nun alle chemischen Aequivalente, wie der Engländer Prout nachgewiesen hat, nur Multiplikationen des Aequivalent's des Wasserstoff's sind, so ist in ihm vielleicht jenes Ur-Element zu suchen, in welches sich alle andern Elemente durch Decomposition zu verwandeln im Stande sein würden, und aus welchem die entstehenden Weltkörper wie aus einem allgemeinen Mutterschooße geboren werden, um nach Durchlaufung einer ganzen Reihe von Verwandlungen schließlich wieder in denselben zurückzukehren. Einheit des Stoffes und Einheit der Kraft — so heißen die großen Ziele, nach welchen die Meilenzeiger der gegenwärtigen Wissenschaft ihre Arme ausstrecken!

Auch die Kometen oder jene räthselhaften „fahrenden Ritter" des Weltalls, welche sich zu Hunderttausenden in unserm Sonnensystem umhertreiben und aus dem weiten Weltraum zur Sonne herkommen, um dieselbe einen Augenblick lang zu umschwärmen, hat man trotz ihres schwachen Lichtes, welches genaue Beobachtungen sehr schwierig macht, spektralanalytisch, sowie polariscopisch untersucht und dabei gefunden, daß sie theils eignes, theils geborgtes Licht ausstrahlen. Der Kern ist wahrscheinlich selbstleuchtend und befindet sich im Zustand eines glühenden Gases, während Hülle und Schweif mehr oder weniger mit reflektirtem Sonnenlicht leuchten. Ihr Spektrum zeigt in der Regel helle Linien auf dunkelm Grunde und ein Licht, dessen Bestandtheile

große Aehnlichkeit mit denjenigen von glühendem Kohlen- oder Straßen-Gas haben, oder das identisch ist mit dem Licht des elektrischen Funkens, der durch Benzindampf schlägt. Man hat daraus geschlossen, daß die Kometen wesentlich aus verflüchtigtem Kohlenstoff oder Kohlenstoff-Dampf oder aus einer Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff bestünden — eine Annahme, die indessen nach Klein neuerdings wieder sehr problematisch geworden sein soll. Nach Secchi ist der Kometenkern weder fest, noch dunstförmig und entwickelt eignes Licht, während Dunsthülle und Schweif aus discreten oder getrennten Theilchen, aus Nebel- oder Dunstbläschen oder aus Staubtheilchen bestehen, welche bei größerer Annäherung an die Sonne in Folge der starken Erhitzung wenigstens theilweise in den gasartigen Zustand übergehen und alsdann ebenfalls selbstleuchtend werden können. Der Schweif verdankt seine Entstehung einer Repulsivkraft der Sonne, welche vielleicht durch Elektricität erklärbar ist. Uebrigens zeigen die Kometen, deren wahre Natur noch eine Aufgabe künftiger Wissenschaft bildet, in ihrem Verhalten viele Aehnlichkeit mit den Nebelflecken und bestehen aus Massen, die, einerlei ob sie gasförmig sind oder aus discreten Theilchen bestehen, doch so unglaublich dünn oder zart sind, daß die bekannte Furcht so vieler Menschen vor der Möglichkeit eines Zusammenstoßes derselben mit unsrer Erde als ganz unbegründet erscheint. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß solche Zusammenstöße oder Berührungen schon öfter stattgefunden haben, ohne daß die Erdbewohner etwas davon bemerken konnten. Nach

W. Meyer hat ein solcher Zusammenstoß des Biela=schen Kometen mit der Erde am 27. November 1872 wirklich stattgefunden, ohne daß dieses Ereigniß eine andre Folge gehabt hätte, als das Aufflammen eines brillanten Sternschnuppenfall's in den höchsten Regionen des Luftmeeres. [21])

Ganz nahe verwandt mit den Kometen sind die Sternschnuppen, welche mitunter in solchen Mengen niederfallen, daß Meyer an obengenanntem Tage mit einem Collegen innerhalb $2^3/_4$ Stunden deren 7710 und Secchi mit einem Gehülfen in $3^1/_2$ Stunden 14,000 zu zählen im Stande war. Ja während eines neun Stunden dauernden Sternschnuppenfall's in Boston soll man deren, wie Reitlinger mittheilt, nicht weniger als 240,000 beobachtet haben. Ihre spektroscopische Beobachtung kann natürlich nur eine zufällige und sehr flüchtige sein. Nichtsdestoweniger will man die Anwesenheit von Kohlenstoff, sowie von glühenden Natrium= und Magnesiumdämpfen constatirt haben. Eine bessere Auskunft indessen über die chemische Constitution der Sternschnuppen gibt uns die bereits geschilderte Zusammensetzung der Meteorsteine und zeigt uns, daß ihr Stoff identisch ist sowohl mit demjenigen, welcher hier auf unsrer Erde chemische Verbindungen bildet, wie mit demjenigen, aus welchem sich in fernen Himmelsräumen neue Welten aufbauen.

Was die Planeten einschließlich unsres Trabanten angeht, so versteht es sich von selbst, daß ihr von der Sonne geborgtes Licht im Wesentlichen keine andre Be=

schaffenheit haben kann, als das Sonnenlicht selbst, und daß ihr übrigens meist blasses und daher schwer zu entzifferndes Spektrum dieselben dunkeln Linien, wie jenes, zeigen muß, mit nur geringen, durch ihre resp. Atmosphären bewirkten Abweichungen. Indessen scheint es nach den Resultaten der Spektral-Analyse, daß einige derselben, namentlich Uranus, wahrscheinlich in Folge noch nicht vollständiger Erkaltung, in geringem Grade selbstleuchtend sind und noch nicht jenen Grad der Consistenz erlangt haben, welchen wir bei den unteren, nicht leuchtenden Planeten wahrnehmen.

Jedenfalls wird durch diese Epoche machenden Entdeckungen, welche den größten aller Zeiten an die Seite gesetzt zu werden verdienen, im Verein mit einer Reihe anderweiter, namentlich dem Studium der Doppelsterne [22]) entnommener astronomischer Thatsachen, bewiesen, daß, wie dieses jetzt alle Gelehrten unumwunden anerkennen, die Stoffe, Kräfte und Naturgesetze in dem uns bekannten oder von uns übersehbaren Weltall im Wesentlichen überall die gleichen oder nämlichen sind — eine Behauptung, welche der Verfasser dieses Aufsatzes aus theils theoretischen, theils empirischen Gründen bereits zu einer Zeit aufstellte und öffentlich vertheidigte*), da man von der Spektral-Analyse noch keine Ahnung hatte, und da Derselbe auch nicht entfernt ahnen konnte, welche glänzende Bestätigung diese seine Behauptung so bald darnach durch die Fortschritte der

*) Man vergl. des Verfassers bekannte Schrift „Kraft und Stoff", erste Aufl. 1855.

Wissenschaft erhalten würde. Damals wurde dieselbe noch ziemlich allgemein als eine große, naturwissenschaftliche Ketzerei angesehen, während jetzt, nach Verfluß von kaum fünfundzwanzig Jahren, der Verfasser wohl keinen ernstlichen Widerspruch von gelehrter Seite zu befahren haben wird, wenn er die Einheit und Uebereinstimmung des uns bekannten (d. h. bis auf Millionen Jahre Lichtweiten übersehbaren) Weltalls in Bezug auf seine Stoffe, seine Kräfte, seine Naturgesetze und die Art seiner Entwicklung behauptet. —

Nachdem so das Wichtigste über die physische Natur und Beschaffenheit des Sonnenkörpers mitgetheilt worden ist, bleibt uns noch übrig, den im Eingang unsres Aufsatzes aufgestellten Satz zu beweisen, daß die Sonne die Quelle aller Kraft auf Erden und damit auch unsres eignen Lebens ist, und damit darzuthun, daß jene alten Völker, welche die Sonne zu ihrer obersten Gottheit machten, in Bezug auf die Sache selbst von einem durchaus richtigen Instinkt oder vielleicht auch von einer tiefen, aus täglicher Erfahrung hervorgehenden Ahnung der Wahrheit oder des wirklichen Sachverhaltes geleitet waren. Auch wir selbst sind eigentlich, ohne es zu wissen, von dieser Ahnung durchdrungen, da ja unser Sprachgebrauch von jeher die Begriffe „Licht" und „Leben" mit einander verbindet oder als zusammengehörig betrachtet, während andrerseits der so häufig gebrauchte Ausdruck von der „Nacht des Todes" zeigt, daß Abwesenheit des Lichtes uns gleichbedeutend mit Sterben,

Tod und Vernichtung erscheint. Wir sind in der That lichtgeborne Wesen oder Sonnenkinder, da alle Kraft oder Thätigkeit, welche wir körperlich und geistig entwickeln, in letzter Linie von der Sonne stammt oder ein Theilchen jener Sonnenkraft ist, welche als Wärme zur Erde herniederkömmt, die Pflanzen und Früchte zur Speise reift und als solche in den Thier- oder Menschenkörper eintritt, um hier in Folge der s. g. Umsetzung der Kräfte wiederum Wärme, Wachsthum und chemische oder mechanische Kraft zu entwickeln.

Aber auch abgesehen von diesen mehr direkten Zusammenhängen, deren nähere Erörterung noch vorbehalten bleibt, macht sich schon in den s. g. Vorbedingungen des Lebens der Einfluß der Sonnenkraft in einer Weise geltend, daß ohne sie alle jene äußeren Einflüsse und Zustände der Erdoberfläche, durch welche Leben überhaupt zu Stande kömmt und unterhalten wird, fehlen würden. Man denke zunächst nur an den für die Existenz aller Luft-athmenden Wesen so unbedingt nothwendigen Kreislauf des Luftmeeres und dessen ununterbrochene Strömungen, welche nur durch die Sonne veranlaßt sind. Denn sie ist es, welche durch ihre senkrecht auffallenden Strahlen längs des ewig heißen Aequators die Luft derart erwärmt, daß sie zu beiden Seiten desselben ununterbrochen in die Höhe steigt und Platz macht für die kältere und schwerere Luft, welche von den ewig in Eis und Schnee starrenden Polen her nachströmt. Dieses einfache Verhältniß in Verbindung mit den mehr untergeordneten Luftströmungen, welche

von den kühleren Meeren nach den schneller erwärmten Ländern, von den kühleren bewachsenen Gegenden nach rasch erwärmtem trocknen Sand- oder Felsboden, sowie von den Orten, an welchen die Sonne zur Morgen- oder Abendzeit steht, nach denjenigen, wo sie die Mittagshöhe einnimmt, stattfinden, bewirkt nun eine nie ruhende Bewegung des gesammten, die Erde umgebenden Luftmeeres durch Winde, Wolken, Stürme u. s. w. — eine Bewegung, welche uns heute sehr natürlich erscheint, weil wir ihre Ursachen kennen, welche aber unsern an Natur-Erkenntniß armen Vorfahren so unerklärlich und absichtlich erschien, daß sie es für nöthig hielten, die Existenz eigner Windgeister oder Windgötter anzunehmen, welchen die Aufgabe zufiel, nach dem allgemeinen Gesetz von der Personifikation der Naturkräfte jene Bewegung zu vermitteln. Für uns dagegen haben sich die so mannichfachen und verschiedenen Kräfte aller dieser Götter in die eine Kraft der Sonne aufgelöst.

„Der leichte Zephyr, von dessen Hauch kaum ein Baumblatt erzittert", sagt Ruths (Sonnenstrahl und Arbeitskraft, Dortmund 1879), „und der gewaltige Sturm, der haushohe Wellen gegen die ausgehöhlte Felsenküste peitscht; die frische Brise, die das Meerschiff mit blähendem Segel sicher dahin treibt, und der Wirbelsturm der Tropen, der Häuser versetzt und Masten gleich leichtem Rohr zersplittert; die melodischen Töne der Aeolsharfe, wie das unheimliche Heulen des Windes in alten Kaminen; die kühlende Seeluft und der Gluthhauch der Sandwüste; der lebenspendende Luftstrom des Südens und der

todtbringende eisige Nord — sie alle sind Sonnenkraft, Kinder der Sonne oder der Energie ihrer Strahlen." —

Nicht minder, als der Kreislauf des Luftmeeres, wird der für das Leben auf der Erde ebenso unentbehrliche Kreislauf der Gewässer und des Wassers überhaupt allein von der Sonne besorgt. Denn sie ist es, welche eine stete und unausgesetzte Verdampfung des Wassers an der Oberfläche der Erde, sowie aller Meere, Seeen, Flüsse u. s. w. bewirkt. Dieses verdampfte Wasser oder Wasser-Gas steigt nun in die Luft empor, sammelt sich hier in Wolken und fällt als Regen, Schnee, Thau, Reif, Nebel, Hagel u. s. w. wieder nieder, indem es die lechzende Erde erquickt und ihr die zur Erhaltung ihrer Zeugungskraft so durchaus nothwendige Feuchtigkeit zuführt. Die Bäche, die Flüsse, die Ströme, welche, von den Bergen herabkommend, unsre Wiesen bewässern, unsre Mühlen treiben, unsre Schiffe tragen und einen fast unerschöpflichen Reichthum an Nahrungsstoff mit sich führen, oder die Quellen, welche uns das labende Trinkwasser liefern, sind Sonnenkinder; denn sie ziehen ihre Nahrung aus waldbewachsenen Bergen oder Anhöhen, auf welche der von ihnen angezogene Regen niederfällt; oder sie speisen sich aus der nie versiegenden Quelle ewiger Gletscher, welche ihrerseits wieder ihr Dasein jenen endlosen Schneemassen verdanken, die der mit Feuchtigkeit geschwängerte Luftkreis ununterbrochen den höchsten Alpengipfeln zuführt.

„So sorgt die Sonne", sagt Ruths (a. a. O.), für erquickende Regen und Wasserkraft der Flüsse, so

waltet sie aber auch in verheerenden Blitzstrahlen, Lawinen und Hochfluthen. So hören wir den Sang der Sonnenkraft im murmelnden Quell, im schäumenden Wasserfall, im rauschenden Mühlrad, im majestätisch leisen Zuge des Stromes."

Aber nicht bloß der für die Existenz des Menschen und aller luftathmenden Wesen so nothwendige Transport des Wassers durch die Luft, sondern auch der für die Existenz aller im Wasser lebenden Thiere und Pflanzen nicht minder nothwendige Transport der Luft durch alle Tiefen der Gewässer wird allein von der Sonnenwärme besorgt; und jene gewaltigen Meeresströmungen, welche in scharf begrenzten Betten nach allen Seiten und Richtungen die Meere durchfurchen, und welche noch viel bedeutender und großartiger sind, als die Strömungen der Luft, sind ihr Werk und theils durch Verdunstung, theils durch ungleichmäßige Erwärmung des Wassers an der Oberfläche der Meere hervorgebracht. [23]) Als Beispiel diene der berühmte und wohlthätige Golfstrom, welcher, an der Westküste Afrikas entspringend, nach Mittelamerika herüberströmt und von da seine in dem Golfe von Mexiko erwärmten dunkelblauen Fluthen, die hundertmale mächtiger sind, als der größte Landfluß, in nordöstlicher Richtung gegen die Westküste Europas treibt und dem ganzen nordwestlichen Europa jenes wunderbar milde Klima verleiht, welches in solchen Breiten sonst eine Unmöglichkeit sein würde.

Obgleich nun, wie bereits erwähnt, unsre Erde nur den 2300 millionsten Theil der von der Sonne aus-

gestrahlten Wärme oder Kraft für sich zu beanspruchen hat, so ist nichts destoweniger die Arbeit, welche die Sonne auf diese Weise durch Erregung der Luft- und Meeres-Strömungen fortwährend auf der Erdoberfläche leistet, eine ganz enorme und ihrer Größe nach kaum zu berechnende. Wenn man nur die durch Wasser-Verdampfung geleistete Arbeit der Sonne in das Auge faßt und versuchen wollte, dieselbe Menge von Wasser, welche die Sonne innerhalb eines Jahres zur Verdampfung bringt, auf künstliche Weise oder durch künstliche Wärme zu verdampfen, so würde man nach einer von Bernstein aufgeführten Berechnung so viel Brennmaterial dazu verwenden müssen, wie nöthig wäre, um eine ganze Billion Dampfmaschinen, jede von 16 Pferdekräften, in Bewegung zu setzen! Denkt man sich diese Kräfte gleichmäßig über die Erdoberfläche vertheilt, so käme auf jeden Morgen Landes eine Kraft, die gleich wäre einer Maschine von 79 Pferdekräften — vorausgesetzt, daß, was niemals der Fall ist, wirklich alle Wärme der Maschine in Arbeitskraft umgesetzt werden könnte.

Also dürfte es nach dem Gesagten klar sein, daß das Leben schon ohne die geschilderten und von der Sonne abhängigen Vorbedingungen desselben als ganz undenkbar erscheint. Aber der Einfluß der Sonne auf dasselbe und seine Abhängigkeit von ihrer mächtigen Herrschaft wird noch viel deutlicher, wenn wir das Leben selbst in das Auge fassen. In der That sind wir im Stande, dessen gesammte Kräfte, wie schon im Allgemeinen bemerkt wurde, beinahe unmittelbar und ohne

großen Umweg von der Wärme und dem Licht der Sonne (welches letztere nach neueren Anschauungen bekanntlich nur eine besondere Form der Wärme ist) abzuleiten. Um dieses zu können, brauchen wir nur einen kurzen Blick auf das große Princip von der Erhaltung oder Unsterblichkeit der Kraft zu werfen, welches gegenwärtig wie ein belebender Odem die gesammten Naturwissenschaften durchdringt, und welches grade so, wie die längst bekannte Unsterblichkeit des Atom's oder des Stoff's, uns nicht bloß eine vorher nicht geahnte Einfachheit und Einheit aller Naturwirkungen enthüllt, sondern auch ganz direkt zur Anerkenntniß der großen Principien der Ewigkeit und Unendlichkeit der Welt hinleitet.

Nach diesem Kraft-Princip können alle uns bekannten Kräfte sich in einander verwandeln oder umwandeln oder aus einander hervor- oder in einander übergehen, und zwar ohne daß dabei im großen Ganzen jemals der geringste Verlust oder aber Gewinn von Kraft oder Bewegung stattfindet. Ehedem hatte man von diesem merkwürdigen und wichtigen Verhältniß keine Ahnung. Man glaubte vielmehr, daß Kräfte aus Nichts entstehen und in Nichts übergehen könnten — und zwar einfach deßhalb, weil man gewisse Kraftwirkungen als solche scheinbar verschwinden oder verloren gehen sah. Man dachte daher, die Kraft habe sich abgenutzt oder erschöpft, sie existire nicht mehr. Was man aber damals fälschlicherweise für ein Verschwinden, für ein Verlorengehen der Kraft ansah, das war in Wirklichkeit

nichts Anderes, als eine Verwandlung oder ein Uebergang in andre Kraft-Zustände oder andre Arten der Bewegung, wobei lediglich der Zusammenhang derselben unter einander unbekannt blieb. Daher auch der alte und so lange genährte Glauben an das berühmte Perpetuum mobile oder eine Maschine, welche Kraft oder Bewegung in ununterbrochener Weise aus sich selbst heraus und ohne Kraftzufuhr von Außen erzeugen sollte — eine Aufgabe, an deren Lösung endlose Mühen und Kosten nutzlos verschwendet wurden — heutzutage bei unterrichteten Personen nicht mehr möglich ist.[24]) Man weiß jetzt mit aller Bestimmtheit, daß man niemals Kraft aus Nichts gewinnen kann, sondern daß man jede Kraft oder Kraftwirkung immer nur von andern bereits vorhandenen Kräften, einerlei in welcher verkleidenden Gestalt oder Form dieselben vorhanden sein mögen, ableiten muß. Möge Dieses an einem kurzen Beispiel aus dem täglichen Leben erläutert werden, welches wir im Wesentlichen den vortrefflichen Auseinandersetzungen von A. Bernstein über den Gegenstand entlehnen, und welches uns zuerst durch eine einen geschlossenen Ring bildende Reihe von Kraft-Verwandlungen hindurchführen wird, um uns schließlich und in letzter Linie bei der Sonne, als der letzten und einzigen Quelle aller irdischen Kräfte, Halt machen zu lassen.

Wenn wir Abends bei dem Zubettegehen — vorausgesetzt, daß wir nicht zu müde oder zu sehr begeistert von den Ereignissen des Abends sind, um ein so unbedeutendes Geschäft zu vergessen — unsre Taschen-

uhr aufziehen, so haben wir damit der Uhr eine für eine gewisse Zeit ausreichende Bewegungskraft verliehen, und zwar dadurch, daß wir einen Theil der Kraft unsres Armes hergegeben haben. Oder — mit andern Worten — wir haben Menschenkraft in Uhr-Kraft umgewandelt. Zwar wird man vielleicht einwenden, daß dieses doch ein gar zu geringer, kaum der Rede werther Kraftaufwand sei, aber doch steht derselbe ganz im Verhältniß zu seiner Wirkung. Hätten wir z. B. statt einer Taschen-Uhr eine Thurm-Uhr aufzuziehen gehabt, so würden wir an der damit verbundenen Anstrengung und der darauf gefolgten Ermüdung wohl bemerkt haben, welche Summe von Kraft wir für den damit erreichten größeren Effekt aufzuwenden nöthig hatten.

Also das Woher? der Uhr-Kraft ist klar. Sie kommt aus uns selbst oder aus der Zusammenziehung unsrer Muskeln, welche, wie sogleich noch näher erläutert werden wird, ihrerseits wieder einer ganzen Reihe von Kraft-Verwandlungen ihre Entstehung verdankt. Aber nun entsteht die weitere Frage nach dem Wohin? der Uhr-Kraft? Was wird aus der Kraft, welche die Uhr durch die ihr mitgetheilte Bewegung entwickelt?

Die Antwort lautet: Sie verwandelt sich oder zehrt sich auf in der mechanischen Kraft der Abnutzung oder der Reibung. Denn Reibung entsteht in größerem oder geringerem Maaße überall, wo eine Masse in Bewegung versetzt wird, einerlei ob diese Masse fest, flüssig oder luftförmig ist. Das großartigste Beispiel dieser Art, welches wir in der Natur kennen, bilden die be-

reits geschilderten Meteore oder Sternschnuppen oder jene kleinen Weltkörper, welche, nachdem sie in unsre Atmosphäre eingetreten sind, durch Reibung an derselben sich bis zum Glühendwerden erhitzen [25]), und wobei zugleich eine verhältnißmäßige Verlangsamung ihrer Flug-Kraft oder Flug-Bewegung durch den Widerstand der Luft die nothwendige Folge ist. Die Reibung ist es dann auch, welche jeder mechanischen Bewegung, im Verein mit einigen andern Hindernissen, schließlich immer ein Ende setzt, sobald die ursprünglich mitgetheilte Kraft aufgezehrt ist. Wenn wir z. B. einen Kinderkreisel in drehende Bewegung versetzen, so würde derselbe in alle Ewigkeit fortdrehen, wenn sich ihm nicht zwei Hindernisse in den Weg stellen würden, welche ihn schließlich zu Fall bringen und bringen müssen. Es sind erstens der Widerstand der Luft, in welcher sich der Kreisel bewegt, und zweitens die Reibung des Kreisels an dem Boden oder der Fläche, auf welcher er sich bewegt. In demselben Maaße, in welchem man diese beiden Hindernisse hinwegzunehmen trachtet, vermehrt man auch die Kraft oder Ausdauer des Kreisels, welcher z. B. im luftleeren Raume und auf einem sehr glatten Boden seine Bewegungskraft unendlich viel länger beibehält, als unter gewöhnlichen Umständen. Aber schließlich muß er doch durch jene Hindernisse, die niemals vollständig entfernt werden können, zu Falle kommen, und thäte er es nicht, so würden wir ein Perpetuum mobile vor uns haben. In gleicher Weise ermüdet ein schwingendes Pendel nach und nach durch den Widerstand der Luft und durch die

Reibung am Aufhängepunkt, aber innerhalb eines um so länger dauernden Zeitraumes, je mehr wir durch zweckmäßige Anordnungen bestrebt sind, jene Hindernisse zu vermindern.

Also erledigt sich die aufgestellte Frage nach dem Wohin? der Uhr-Kraft durch den Hinweis auf die bei der Bewegung der Maschinentheile der Uhr entstehende Reibung.

Nun aber entsteht die weitere Frage: Was wird aus der Kraft der Reibung? Wie wird sie weiter verwandelt, oder wo bleibt sie?

Die Antwort ist auch hier wieder sehr einfach. Sie lautet: Die Reibung verwandelt sich oder zehrt sich auf theils in Aufhebung von Cohäsion oder Zusammenhangskraft, d. h. in Abnutzung, also in einem mechanischen Effekt — theils, und zwar zum weitaus größten Theile, in Wärme!

Früher hatte man keine Ahnung davon, daß die Reibung sich weiter verwandelt; man glaubte, die Kraft habe sich mit und in der Reibung verzehrt und sei damit zu Ende. Man machte daher speziell die Reibung zur unersättlichen Verzehrerin aller Kräfte. Und dennoch wußte man sehr gut, daß Wärme dabei entsteht, ohne indeß entfernt den inneren Zusammenhang der beiden Erscheinungen zu ahnen. In der That ist es eine der gewöhnlichsten Erfahrungen des täglichen Lebens, daß Alles, was man reibt oder schüttelt, warm wird; und eine der frühesten Belehrungen, welche wir in der Schule zu erhalten pflegen, besteht darin, daß die Wilden Feuer

erzeugen, indem sie zwei Hölzer von verschiedener Härte mit großer Geschwindigkeit an einander reiben. Zwar gelingt uns der Versuch, wenn wir ihn wiederholen, in der Regel nicht, theils aus Mangel an Uebung, theils aus Mangel der geeigneten Hölzer, theils aus Unkenntniß des genaueren Verfahrens; aber, wenn wir unsre Zündhölzchen durch Reiben auf einer rauhen Fläche zum Brennen bringen, so thun wir im Grunde ganz das Gleiche, was jene Wilden thun, nur mittelst eines geringeren Maaßes von Anstrengung. Ebenso ist es bekannt, daß die Achsen und Räder schwer beladener Wagen bei schlechtem Einschmieren und raschem Fahren durch die Reibung leicht in Gluth oder Brand gerathen. Oder wer hätte noch nicht Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß beim Einbohren eines Nagelbohrers oder beim Einschlagen eines Nagels, den man mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand hält, der Bohrer oder der Nagel durch Reibung an dem Brett, in welches er eindringt, warm, ja mitunter so heiß wird, daß man ihn kaum mehr anfassen kann. In Kanonen-Bohr-Anstalten ist man im Stande gewesen, bloß durch die bei der Bohrung durch Reibung entstehende Hitze kaltes Wasser zum Kochen zu bringen, und man kann ein Zimmer heizen, wenn man einen großen Holzzapfen in einem eng anschließenden Metallkegel mittelst mechanischer Kraft, z. B. durch die Kraft eines Wasserfalls oder einer Windmühle, sich drehen läßt. Daß Wasser durch anhaltendes Schütteln warm wird, ist bekannt, und jede Bauersfrau, welche ihre Butter

bereitet, weiß, daß frisch geschlagene Buttermilch sich, wie sie zu sagen pflegt, „ein wenig erhitzt.“ Sogar zwei Eisstücke, welche man unter der Luftpumpe und unter Ausschluß jeder anderweiten Wärmequelle an einander sich reiben läßt, erwärmen sich nach und nach derart, daß sie zu schmelzen anfangen.

Also kann kein Zweifel darüber sein, daß Reibung Wärme erzeugt und daß es auch in dem von uns vorgeführten Beispiel so gewesen ist oder gewesen sein muß. In der That haben direkte Versuche oder Messungen nachgewiesen, daß die Uhr in Folge ihrer Bewegung warm wird!

Aber wir sind mit unsrer Verfolgung des allmähligen Uebergangs und der Verwandlung der Kraft in dem vorliegenden Beispiel immer noch nicht zu Ende. Denn es entsteht die weitere Frage: Wo kommt die von der Uhr oder aber in allen den übrigen angeführten Beispielen entwickelte Wärme hin?

Auch hier ist die Antwort wieder sehr leicht oder klar. Diese Wärme geht in die Luft, in die Umgebung, in den Weltraum und vereinigt sich hier mit der übrigen, daselbst vorhandenen Wärme, um alle jene Wirkungen ausüben zu helfen, welche Wärme überhaupt hervorbringt, d. h. sie löst Wasser oder Feuchtigkeit auf, bildet Wolken, fällt als Thau oder Regen nieder und hilft jenes Korn zur Reife bringen, welches, gemahlen und gebacken, in der Form von Brod uns zur Speise dient. Aus der Speise aber schöpfen wir bekanntlich alle Kraft unsres Leibes und somit auch des Armes, mit welchem

wir im Anfang unsres Beispiel's die Uhr aufgezogen haben — und somit sind wir wieder zu der ersten Kraftquelle unsres Beispiel's zurückgekehrt oder haben uns in einem Zirkel bewegt, in welchem nichts von Kraft verloren ging, sondern jede Kraft-Wirkung wieder ihre geeignete Verwendung oder Fortsetzung fand. Es ist dieses Beispiel nur ein einziges aus der Summe jener zahllosen Beispiele für den endlosen Kreislauf der Kräfte, welcher überall im Weltall vor sich geht, und welcher, grade so wie der ewige Kreislauf der Stoffe, niemals Verlust und niemals Gewinn hat. Wahrscheinlich gibt es, wie bereits andeutungsweise erwähnt wurde, in der Natur überhaupt nur eine einzige Ur- oder Grund-Kraft, und die verschiedenen chemischen oder physikalischen Kräfte, wie Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus, Schwerkraft, Cohäsion, chemische Verwandtschaft u. s. w., sind wohl nur verschiedene Formen oder Erscheinungsweisen oder Modifikationen dieser Kraft oder derselben Schwingungen der Atome, deren letzte Ursache in den von der Sonne angeregten Schwingungen des Weltäthers zu suchen ist. Wenn sich z. B. Knallgas oder eine Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff chemisch zu Wasser verbinden, so verwandelt sich chemische Verwandtschaft in Wärme. Diese Wärme kann eine Maschine bewegen und sich somit in mechanische Kraft umwandeln. Oder die chemische Verwandtschaft erzeugt einen elektrischen Strom; dieser erzeugt Magnetismus, dieser wieder mechanische Kraft in einer Maschine, welche ihrerseits Hitze hervorbringt oder eine bestimmte Arbeit verrichtet. Es

ist stets dieselbe Kraft, welche nur unter verschiedenen Formen erscheint. Die Verschiedenheit liegt aber nicht in der Kraft selbst, sondern nur in ihren Bestimmungen oder in der verschiedenen Art und Weise, in welcher Kraft ausgeübt wird. Auch alle Kräfte unsres Körpers sind, wie noch näher gezeigt werden wird, nur verwandelte chemische Kraft, herrührend von den Nahrungsstoffen, welche ihre Entstehung den äußeren Kräften der Natur verdanken.

An der Hand dieser Betrachtungen ist es nun leichter, als vorher, den früher aufgestellten Satz zu verstehen, daß Wärme und Licht der Sonne (welches letztere nur eine besondere Form der Wärme ist) die eigentliche Quelle aller auf der Erde wirksamen Kräfte sind. In der That ist Wärme die allgemeinste und verbreitetste Form der Kraft, welche wir kennen, und welche nicht bloß aus allen uns bekannten Kräften gewissermaaßen hervorgelockt, sondern auch in alle zurückverwandelt werden kann. Wo man früher Kraft recht augenscheinlich verloren glaubte, da war sie gewiß in Wärme übergegangen. Daher man auch jetzt die Begriffe von „Kraft", „Bewegung" und „Wärme" allgemein als identisch ansieht.

Grade von dieser so wichtigen und gewissermaaßen die Grundlage aller andern Kräfte bildenden Wärme-Kraft nun aber sendet die Sonne alljährlich so ungeheure Quantitäten zur Erde nieder, daß man damit eine über die ganze Erdoberfläche gelagerte Eisrinde von 98 bis 100 Fuß Dicke würde zu schmelzen im Stande sein.

Auf die Tageslänge berechnet würde man mittelst der Sonnenwärme, welche auf die ganze Erdoberfläche wirkt, täglich einen Eisklumpen von sechs Meilen Länge, sechs Meilen Höhe, und sechs Meilen Breite, was einem kubischen Inhalt von 92 Billionen und 600,000 Millionen Cubikmetern entspricht, zum Schmelzen bringen können; und in einem Zeitraum von etwa 1600 Jahren würde die Sonnenwärme alles Wasser der Oceane verdampft haben, wenn dasselbe keinen neuen Zufluß erhalten hätte.

Daß diese enorme Wärme-Menge einem ebenso enormen Vorrath von Arbeit oder Kraft überhaupt entspricht, dürfte nach dem Gesagten klar sein; man hat diese Kraftmenge auf die enorme Zahl von 228 Billionen Pferdekräften berechnet. Oder — mit andern Worten — die Sonne sendet der Erde eine Wärmemenge zu, welche gleich ist der mechanischen Arbeit von 228000 Millionen Dampfmaschinen, jede von 1000 Pferdekräften! Nach Secchi würde es nur des Aufwandes der Wirkung bedürfen, welche die Sonne auf einige Quadratmeter an ihrer Oberfläche ausübt, um alle Dampfmaschinen, die auf der ganzen Erde im Betrieb sind, zu unterhalten, und nach Prof. J. Ranke (die Ernährung des Menschen, S. 33) gibt die Wärme, welche täglich von der Sonne zur Erde gelangt, einen Heiz-Effekt von fünf Billionen Centner Steinkohlen.

Wenn nun auch die Erde nicht alle ihr auf diese Weise von der Sonne zuströmende Kraft zu ihren Zwecken verbraucht, sondern eine große Menge davon wieder als Wärme in den kalten Weltraum zurückstrahlt,

so findet doch ein großer Theil derselben eine sehr praktische Verwendung und Aufspeicherung, für welche bereits bei der Besprechung der Vorbedingungen des Lebens eine Anzahl sprechender Beispiele aufgeführt wurde. Aber nicht bloß durch seine Vorbedingungen, sondern auch ganz direkt und unmittelbar ist das Leben Folge und Ausdruck jener Kraft, da Wärme und Kraft nicht bloß in der äußeren Natur, sondern ebenso und noch mehr innerhalb des lebenden Organismus gleichbedeutend sind, und da, wie schon erwähnt, alle Kraft unsres Körpers — einerlei ob sie sich auf leiblichem oder seelischem Gebiete äußert — nichts Anderes ist, als verwandelte chemische Kraft der in denselben aufgenommenen Nahrungsstoffe. Somit ist die Sonne, indem sie unsre Speisen erzeugt, auch die einzige und letzte Quelle aller von unsrem Körper entwickelten Kräfte, Bewegungen und Thätigkeit. Wir sind gradeso, wie die Flüsse, Quellen und Bäche, von denen die Rede war, Sonnenkinder oder lichtgeborne Wesen, und zwar nicht bloß in dem so oft gebrauchten bildlichen oder figürlichen, sondern in ganz wörtlichem und mechanischem Sinne. Wenn wir durstig sind, so ist es die Sonne, welche uns tränkt und labt; wenn wir hungrig und matt sind, ist es die Sonne, welche für unsre Erquickung sorgt; wenn wir geistig thätig sind, ist es wiederum dieselbe Sonne, welche allein dieses möglich macht.

Denn wenn wir — um dieses im Einzelnen deutlich zu machen — uns die Frage vorlegen: Woher kommt

die Kraft unsrer Muskeln, mit deren Hülfe wir uns bewegen, oder die Kraft unsres Gehirns, mit welchem wir denken? so lautet die Antwort: Aus dem Blute, welches allen Organen ununterbrochen die nährenden Stoffe zuführt, und ohne dessen steten Zu- und Abfluß deren Thätigkeit, namentlich diejenige des Gehirn's, kaum einige Augenblicke würde zu bestehen im Stande sein. Fragen wir nun weiter: Woher kommt das Blut? so lautet die Antwort: Aus dem Milch- oder Speisesaft! Fragen wir weiter: Woher kommt der Speisesaft? so heißt die Antwort: Aus den Speisen, welche wir genießen, und zwar durch eine Reihe von Vorgängen und Umwandlungen, welche uns physiologisch wie chemisch meistentheils ganz genau bekannt sind. Fragen wir abermals: Woher kommen die Speisen? so muß die Antwort schon etwas weiter ausholen und zunächst darauf hinweisen, daß Speisen entweder pflanzlicher oder thierischer Natur sein können. Da aber bekanntlich die Fleischfresser von Pflanzenfressern leben und daher thierisches Leben in letzter Linie ohne pflanzliches Leben eine Unmöglichkeit ist, so erscheint die Pflanze als letzte und einzige Quelle aller auf der Erde vorhandenen Nahrung. Fragen wir nun aber endlich: Woher kommt die Pflanze? so lautet die Antwort so bestimmt als möglich:

Direkt von der Sonne!

Denn Licht und Wärme sind die Nahrung der Pflanze. Unter dem Einfluß dieser zwei mächtigen Naturkräfte zersetzt die Pflanze bekanntlich die Kohlensäure der atmos-

phärischen Luft derart, daß der Sauerstoff frei und der Kohlenstoff in dem Gewebe der Pflanze, deren Hauptbestandtheil er bildet, festgelegt wird, oder — mit andern Worten — die lebendige Kraft der Sonne wird in die ruhende oder Spannkraft der von der Pflanze erzeugten Stoffe umgewandelt. Diese Stoffe nähren nun das Thier; das Thier aber nährt (neben der Pflanze) wieder andre Thiere und den Menschen — abgesehen davon, daß durch den geschilderten Proceß des Pflanzenwachsthums jener Sauerstoff der Luft freigemacht wird, der für alle luftathmenden Wesen unentbehrlich ist, und ohne welchen thierisches und menschliches Leben überhaupt unmöglich sein würde.

Also genießen wir in der Pflanze oder in dem Thier, das von ihr gelebt hat, ein Stück Sonnenwärme oder Sonnenlicht oder Sonnenkraft und erzeugen damit alle Kraft unsres Leibes und Lebens und somit auch jene Kraft, mit welcher wir im Anfang unsres Beispiel's die Uhr aufgezogen haben. Jene mystische Lebenskraft, ohne welche man früher bei Erklärung der Lebenserscheinungen nicht auskommen zu können glaubte, und welche selbst heute noch trotz aller Fortschritte der Wissenschaft von manchen sogenannten Philosophen in armseliger Unwissenheit und unheilbarer Verblendung als Paradepferd gegen den sogenannten Materialismus geritten wird, ist in letzter Linie nichts Anderes, als umgewandelte, in andre Zustände übergeführte Sonnen-Wärme. [26]) Ein Ei — ein armseliges Ding, das wir auf jedem Wochenmarkt für wenige Pfennige kaufen —

verwandelt sich im Laufe von einundzwanzig Tagen, ohne jede weitere Kraft- und Stoff-Zufuhr von Außen, bloß durch Einwirkung von dreißig Grad Wärme in ein lebendes, fühlendes, wollendes und selbstdenkendes Wesen, ausgerüstet mit allen Organen und Eigenschaften, welche ihm zur Forterhaltung seiner Existenz nothwendig sind; und die Lebenswärme, welche das brütende Huhn ihm zugeführt hat und welche mit Leichtigkeit durch künstliche Wärme ersetzt werden kann, ist nichts Anderes, als die Folge und der Ausdruck der von dem Huhn genossenen Speisen, welche ihrerseits wieder ein Produkt des von der Sonne erzeugten und gereiften Pflanzen-Wachsthum's sind. [27]) Mit diesem einen Beispiel — so rief bereits vor mehr als hundert Jahren der scharfsichtige französische Philosoph Diderot seinen Freunden und Gesinnungs-Genossen zu — mit diesem einen Beispiel stürzt Ihr alle Tempel der Erde und alle Systeme der Philosophen über den Haufen!!

Allerdings könnte man vielleicht — wie A. Bernstein sein Beispiel von der Taschen-Uhr noch weiter ausspinnt — hier einen scheinbar sehr gewichtigen Einwand erheben. Man könnte sagen: Sind wir denn nicht im Stande, mit Umgehung der Sonnenwärme Pflanzen zu erzeugen durch künstliche Wärme oder durch künstliches Licht, z. B. in einem Treibhause? Und wenn wir uns nun von so künstlich erzeugten Pflanzen oder von Thieren nähren würden, die mit denselben gefüttert worden sind, würden wir denn nicht etwas Anderes genießen, als Sonnenkraft, und würden wir

nicht eine Arbeit oder Kraft entwickeln, die von der Sonne unabhängig wäre?

Aber auch hier ist die Antwort nicht schwer. Denn es fragt sich vor allen Dingen, woher denn die Wärme oder das Licht des Treibhauses kommen, und es wird sich sofort zeigen, daß dieselben nur von der Sonne geliehen oder geborgt sein können. Denn wir heizen und beleuchten das Treibhaus entweder mit Holz oder mit Torf oder mit Steinkohle oder mit Petroleum. Alle vier Stoffe aber stammen (direkt oder indirekt) von Pflanzen und verdanken ihre Entstehung dem bereits geschilderten Vorgang, wobei die lebendige Kraft der Sonne in die ruhende oder Spannkraft jener Brennstoffe umgesetzt wird. Indem wir sie verbrennen, lassen wir sie den umgekehrten Proceß durchmachen und verwandeln ihre ruhende oder Spannkraft durch Verbindung des in ihnen enthaltenen und darin gewissermaaßen festgelegten Kohlenstoff's mit dem Sauerstoff der Luft wieder in die lebendige Kraft jenes Feuers, jener Wärme, jenes Lichtes, womit wir das Treibhaus erleuchtet und erwärmt haben.

Namentlich sind jene ungeheuren Steinkohlenfelder im Innern unsrer Erde, welche gegenwärtig für unser ganzes Dasein eine so unermeßliche Bedeutung gewonnen haben, und ohne welche unsre großartige Industrie, unser Verkehr durch Eisenbahnen und Dampfschiffe, unser so hoch gesteigertes Maschinenwesen gar nicht mehr würde bestehen können — ja deren Dasein gewissermaaßen unsre gesammte culturhistorische Weiter-Entwicklung be-

dingt — nichts Anderes als die unmittelbaren Produkte jener vorweltlichen Sonnenstrahlen, welche einst während der Steinkohlenzeit über jenen ungeheuren Steinkohlenwäldern brüteten, von denen damals die Erde bedeckt war. Die Kraft, welche die Dampfmaschine treibt, oder welche das schnaubende Lokomotiven-Ungethüm mit Windeseile über jene Eisenschienen dahinjagt, von denen gegenwärtig zum Wohle der Menschheit die Erde nach allen Seiten hin umspannt ist, ist nichts Anderes als ein Tropfen Sonnenwärme oder Sonnenlicht, vor vielen Millionen Jahren in eine Pflanze umgewandelt, alsdann in die Erde eingesargt, mit Schutt, Steinen und Lehm bedeckt und heute wieder durch die Hand des Menschen dem dunkeln Schooße der Erde entrissen, um von Neuem wieder in Licht und Wärme und damit in alle Bedürfnisse des Menschenleibes und Menschenlebens zurückverwandelt zu werden. Daher die Lokomotiven mit Recht von den Gelehrten „Sonnen-Rosse" genannt werden, und daher man mit Recht sagen kann, daß die dichterischen Sonnen-Rosse der Alten, mit denen einst Phaëton seinen leuchtenden Wagen am Himmelsgewölbe lenkte, heutzutage zur Wirklichkeit geworden sind, nur mit dem Unterschiede, daß sie aus der Poesie in die Prosa oder vom Himmel zur Erde herabgestiegen sind, um den Zwecken des Menschen dienstbar zu werden und ihn zu entfesseln von den Alles beengenden Banden der Schwerkraft!

Schon George Stephenson, der berühmte englische Eisenbahn-Ingenieur, Erbauer der ersten Lokomotive

und Hauptbegründer des jetzt über die ganze civilisirte Welt verbreiteten Eisenbahn-System's, wußte dieses so genau, daß er einer Gesellschaft, welche einen dahineilenden Eisenbahn-Zug mit Staunen beobachtete, das Sonnenlicht als den eigentlichen Motor dieses kleinen Wunders verrieth oder denuncirte. „Nichts Anderes, als das Sonnenlicht", sagte der große Ingenieur, „treibt diese Maschine. Es ist Licht, welches seit Zehntausenden von Jahren in der Erde aufgehäuft ist — Licht, welches von Pflanzen eingesaugt wurde und nothwendig war, damit diese während der Zeit ihres Wachsthum's den Kohlenstoff in festen Zustand überführen konnten, und welches jetzt, nachdem es Jahrtausende lang im Innern der Erde in Kohlenfeldern begraben lag, wieder zu Tage gebracht und befreit wird, um den großen Zwecken der Menschheit zu dienen, wie hier in dieser Maschine!"

„Kohle", so sagt mit Recht ein berühmter Physiker, „ist Sonne im Keller" und — so fügen wir hinzu — kann hier jeden Augenblick wieder in ihr ursprüngliches Princip oder in Licht und Wärme zurückverwandelt werden.

Das Gaslicht, welches unsre Wohnräume fast ebenso gut erhellt oder beleuchtet, als würden sie von der Sonne beschienen, ist nichts Anderes, als verwandeltes, in andre Form gebrachtes Sonnenlicht, da es aus Steinkohlen oder Holz bereitet wird, welche beiden Stoffe, wie gezeigt wurde, direkte Erzeugnisse des Sonnenlichtes sind. [28])

Aber — um nach dieser Abschweifung auf unsern ursprünglichen Gedankengang und noch einmal auf das

Beispiel des Treibhauses zurückzukommen — so könnte Jemand, der recht genau sein wollte, die gemachten Einwände immer noch weiter verfolgen und auf noch andere und weitere Mittel zur Erwärmung oder Beleuchtung des Treibhauses denken, als die bereits in Vorschlag gebrachten von Holz, Torf, Steinkohle u. s. w. So könnte er z. B. (nach Bernstein) vorschlagen, das Treibhaus zu erwärmen durch mechanische Mittel oder durch gegenseitiges Aneinanderreiben zweier großen Eisenplatten. Aber hierbei entsteht sofort die Frage, woher die bewegende Kraft zu dieser Maschinerie zu nehmen wäre, und da zeigt es sich denn sogleich, daß auch diese Kraft, einerlei ob wir sie der Menschenhand oder einer Dampfmaschine oder einer Windmühle oder einem Wasserfall u. s. w. entlehnen, in letzter Linie immer wieder der Sonnenwärme entstammt.

Endlich und zuletzt könnte man noch daran denken, eine solche Maschine zu treiben oder auch direkt Licht und Wärme zu entwickeln durch *chemische* oder *elektrische* Kräfte. Aber auch für diese Kräfte ist mit ebensolcher Leichtigkeit der Nachweis zu führen, daß sie, woran jetzt gar nicht mehr zu zweifeln ist, theils direkt, theils durch Kraftverwandlung von der Sonne abstammen. Daß die Sonne neben ihren Licht- und Wärme-Strahlen auch s. g. *chemische Strahlen* aussendet, die von jenen unabhängig für sich zu wirken im Stande sind, ist bekannt und erwiesen durch die Zerlegung des Lichtes mittelst eines Glasprismas in seine einzelnen Bestandtheile. [29]) Sehr deutlich zeigt sich die chemische

Wirkung des Sonnenlichtes in der Photografie oder Lichtschreibekunst, ferner in dem Bleichen der Leinwand, in dem Verschießen der Farben, in der Färbung und dem Lebensproceß der Pflanzen, in dem Rothwerden des Phosphors oder Schwarzwerden des Silbersalpeters, in der Einwirkung auf eine Mischung von Chlorgas und Wasserstoff u. s. w. u. s. w. Mit dem Chemismus ist aber auch die Elektricität so nahe verwandt oder zusammenhängend, daß beide nicht von einander zu trennen sind; und die elektrischen Ströme, welche die Erde umkreisen, sowie der s. g. Erd-Magnetismus entstammen der Sonne oder sind verwandelte Sonnenkraft. Wärme, Licht, Elektricität, Chemismus sind wohl nur, wie schon früher angedeutet, verschiedene Modifikationen derselben Ur- oder Grund-Kraft oder — um uns genauer auszudrücken — derselben Schwingungen der Atome des Weltäther's, welche, von der Sonne ausgehend, sich auf die Planeten und die auf ihnen befindlichen Körper fortpflanzen, und welche in allerletzter Linie höchst wahrscheinlich gleichbedeutend sind mit der der Sonne innewohnenden Gravitation oder Anziehungskraft! „Die Anziehung der Sonne", sagt Bernstein, „ist der Grundquell aller irdischen Kräfte, wie sie die Ursache aller Bewegungen der zum Sonnensystem vereinten Himmelskörper bildet." — „Alle Kräfte der Erde, alle Aeußerungen des Lebens", sagt Tyndall, „sind nur Modulationen oder Variationen einer und derselben himmlischen Melodie", und man könnte heutzutage, wie Onimus sagt, mit vollem Rechte auf den Tempel der

Wissenschaft dieselben Worte als Inschrift setzen, welche die alten Egypter einst auf den Sonnen-Tempel in Philä setzten: „Sie (oder die Sonne) ist es, welche Alles gemacht hat, was ist, und nichts gibt es, das jemals ohne sie gemacht worden wäre."

Es gibt vielleicht nur eine einzige Kraft oder Bewegung auf der Erde, welche nicht ohne Weiteres auf die Sonne bezogen werden kann; es ist die Bewegung von Ebbe und Fluth des Meeres, welche man hauptsächlich der Anziehungskraft des Mondes zuschreibt. Da aber Erde und Mond nur Kinder und Trabanten der Sonne und in ihren Bewegungen von ihr abhängig sind, und da das Meer selbst von der Sonne gezeugt und unterhalten wird, so müssen wir auch hier, wenn auch in etwas entfernterer Weise, ihre Alles beherrschende Macht anerkennen. —

Wir haben unsre Aufgabe gelöst und, soweit dieses in dem engen Rahmen einer solchen Arbeit möglich erscheint, gezeigt, daß die Sonne die letzte Quelle aller Kraft auf Erden und damit auch unsres eignen Lebens ist. Es bleibt uns nur noch übrig, darauf hinzuweisen, daß unser Leben nicht bloß mittelbar von der Sonne abhängt dadurch, daß alle Lebenskräfte und Lebensbedingungen in letzter Linie von ihr entliehen sind oder auf sie zurückgeführt werden müssen, sondern auch ganz unmittelbar, indem alle wichtigeren Lebensprocesse nur im Licht und durch das Licht zu gedeihen im Stande sind. Daher auch, wie schon Eingangs unsres Aufsatzes erwähnt wurde, der Sprachgebrauch von jeher

„Licht und Leben" in Verbindung nennt und beide Begriffe fast als synonym betrachtet, während im Gegensatze dazu von der „Nacht des Todes" gesprochen zu werden pflegt. Ohne Licht kein Leben, kein Wachsthum, keine Kraft, keine Gesundheit! Pflanzen ohne Licht bleichen und bleiben unentwickelt; auch zersetzen sie bei bewölktem Himmel die Kohlensäure langsamer, als an hellen Tagen. Moleschott hat nachgewiesen, daß die Kraft unsrer Muskeln in einem ganz direkten Zusammenhang mit der Einwirkung des Sonnenlichtes steht, und daß Mangel an Licht oder Dunkelheit alle Lebensprocesse retardirt, d. h. verlangsamt oder zurückhält — wodurch es z. B. kommt, daß Frösche im Licht viel mehr Kohlensäure ausathmen, als im Dunkeln. Dunkle Wohnungen machen bleichsüchtig und gedunsen und bringen in Verbindung mit Armuth und schlechter Nahrung alle denkbaren Krankheiten hervor. Mangel an Licht und Luft in Verbindung mit schlechten Lebensverhältnissen erzeugen auch jene scheußliche Beule oder Entartung am Körper der Menschheit, den Cretinismus, welcher stets mit einer Verkümmerung oder Beeinträchtigung des edelsten aller Organe, des Gehirns, einhergeht, und welcher nicht bloß in tiefen, dunkeln und feuchten Thälern der Gebirge, sondern auch in den elenden, dem Sonnenlichte mehr oder weniger unzugänglichen Quartieren großer Städte vorkömmt.[30])

Um so mehr ist es zu verwundern oder zu bedauern, daß es noch so viele Menschen gibt, welche nicht bloß in bildlicher, sondern auch in physischer Beziehung

das Licht scheuen, und daß es sogar Staats-Künstler oder Staats-Oekonomen gibt, welche sich nicht scheuen, eine Steuer auf diejenige Einrichtung, welche das Licht in unsre Wohnungen einläßt, oder auf die Fenster zu legen. Je mehr Licht, Luft und Raum unsre Wohnungen haben, um so besser sind sie, und ein um so gesünderes Geschlecht wird darin emporwachsen; und Niemand ist mehr zu bedauern, als jene armen Unglücklichen, welche, in engen und dicht beisammen stehenden Häusern oder Wohnungen zusammengepreßt, das erste Bedürfniß alles Lebens, den erquickenden, erwärmenden und das Gemüth erheiternden Sonnenstrahl entbehren müssen. [31])

Und gradeso wie in der physischen Welt, ist es auch in der geistigen oder der moralischen. Licht ist auch hier überall das Erste und Nothwendigste! Wo Licht ist, d. h. wo Kenntniß, Wissenschaft, Bildung, Aufklärung und Wahrheit hindringen, da ist auch geistige Gesundheit und Wohlbefinden, während umgekehrt da, wo Finsterniß, Dummheit, Aberglauben und Verfolgungssucht oder jene ewigen, unversöhnlichen Feinde der Menschheit, welche nur Unglück und Knechtschaft im Gefolge haben, herrschen — nur kranke und hinter der Zeit zurückbleibende Völker und Individuen gedeihen können. Niemals können Licht und Aufklärung der Menschheit Schaden, sondern überall nur Nutzen bringen. Nur die Lüge ist dem Menschen Feind; die Wahrheit dagegen ist überall und in jeder Richtung sein bester Freund, mag sie auch manchmal noch so schmerzlich empfunden

werden, oder mag sie durch den Umsturz alter und liebgewordener Irrthümer und Vorurtheile für den Augenblick noch so viel Bittres oder Unangenehmes im Gefolge haben! Der Weise und Unterrichtete aber soll, wie Schopenhauer vortrefflich sagt, die Irrthümer unnachsichtlich untersuchen, angreifen und zerstören, einerlei ob auch die Menschheit, ähnlich einem Kranken, dessen Wunde man untersucht und zur Heilung zu bringen sucht, laut dabei aufschriee!

Wir schließen mit den zwei schönen und inhaltsschweren, leider allzu oft am unpassenden Orte gebrauchten und daher beinahe verdächtig gewordenen Worten, mit denen unser großer deutscher Dichter aus dem Leben schied, und deren Bedeutung mit dem vorstehend behandelten Thema im innigsten Zusammenhang steht; sie heißen bekanntlich:

„Mehr Licht!“

Der Kreislauf der Kräfte
und der Welt-Untergang.

„Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft ist der Angelstern, die Cynosura, wornach der Naturforscher seinen Curs richtet. Ueberall, wo er mit demselben in Zwiespalt geräth, muß er seine Versuche oder seine Ansichten im Verdacht des Irrthum's haben. Es bedarf dieses Gesetz keines ferneren Beweises; die Existenz der Welt selbst ist dieser Beweis."

F. Mohr.

„In der Natur geht Nichts verloren, weder an Stoff noch an Kraft, noch an mechanischer Arbeit."

Secchi.

„Denn erkannt, ob trostlos auch, hat ihren Reiz die Wahrheit."

G. Leopardi.

„Das Ding, was der Gestaltung der Kunst [illegible] [illegible], [illegible]."

[illegible]

„Ja, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Recht, nach der menschlichen Seele."

[illegible]

„[illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]."

[illegible]

„Die moderne Wissenschaft ist das schönste der Gedichte.“

Die tiefe Wahrheit, welche diesem Ausspruch eines modernen französischen Schriftsteller's zu Grunde liegt, kann nirgendwo klarer hervortreten, als in seiner Anwendung auf eine der größten und wichtigsten Entdeckungen der modernen Naturwissenschaft, auf das berühmte Gesetz von der Erhaltung oder Unsterblichkeit der Kraft nämlich und auf den daraus sich ergebenden Kreislauf der Kräfte, welcher ebenso wie der ihm entsprechende Kreislauf der Stoffe im großen Ganzen niemals Verlust und niemals Gewinn hat. Die Erkenntniß dieses Gesetzes läßt uns eine Schönheit, Einfachheit und Großartigkeit des Naturganzen erkennen, welche in der That ganz dazu angethan ist, um in der Brust Desjenigen, der zu der vollen Anschauung dieses Verhältnisses durchgedrungen ist, eine Art poetischer Begeisterung zu erwecken.

Was die Entdeckung selbst betrifft, so ist dieselbe nicht bloß von äußerster Wichtigkeit, sondern auch von großer Neuheit. Zwar datirt sie eigentlich bereits aus dem Jahre 1837; aber erst seit den letzten 25 bis 30 Jahren hat man ihr, wohl hauptsächlich durch den

Einfluß des berühmten Physiker's Helmholtz, diejenige Beachtung geschenkt, welche sie in so hohem Maaße verdient. Diese Neuheit und der Umstand, daß die Entdeckung so spät gemacht wurde, erscheint um so auffallender, als der Kreislauf der Stoffe und die Ewigkeit oder Unzerstörbarkeit der Atome schon lange vorher bekannt war, und als hieraus die Ewigkeit und Unzerstörbarkeit der Kraft ganz von selbst oder mit Nothwendigkeit folgt. Sie erscheint nach dem jetzt allgemein angenommenen Gesetz der Einheit von Kraft und Stoff nur als ein nothwendiges Correlat zu dem Gesetz von der Erhaltung oder Unsterblichkeit des Stoff's, welche letztere, nachdem der große Lavoisier die Wage in die Chemie eingeführt hat, zu einem unumstößlichen Axiom der Wissenschaft geworden ist. Zwar war die diesem Axiom zu Grunde liegende allgemeine Wahrheit schon weit früher und seit Jahrtausenden bekannt und bildete als s. g. Constanz der Materie einen in fast allen alten Religions-Philosophien oder philosophischen Systemen festgehaltenen Glaubens-Artikel. Wenigstens gilt dieses für die Denk-Vorstellungen der arischen oder der nicht-semitischen Völker, während allerdings die Semiten und an ihrer Spitze die Juden, die gänzlich unsinnige, auch in das Christenthum übergegangene Vorstellung einer Welt-Entstehung aus dem Nichts cultivirten. So enthalten bereits die Indischen Mythen die Grundvorstellung einer ewigen Ur-Materie mit einer ihr innewohnenden Urkraft, aus welcher erst später die Idee eines außerhalb der Materie stehenden und sie beherrschenden

Schöpfer's hervorging. Jene Grundvorstellung erreichte durch den berühmten Buddhismus ihre höchste Ausbildung. Derselbe lehrte die Ewigkeit und Unvergänglichkeit der Materie in dem berühmten Prakriti oder der Ur-Materie mit den ihr innewohnenden und sich einander bekämpfenden Kräften der Ruhe und der Thätigkeit. Aus diesem unendlichen, von Ewigkeit her vorhandenen und bis in das Unendliche verdünnten Urstoff(!) entwickelten sich nach und nach die Welten durch Verdichtung, um sich schließlich abermals zu verflüchtigen und die Reihenfolge der Schöpfungen von Neuem zu beginnen, wobei immer die folgende Welt vollkommner wurde, als die vorhergehende. Ganz ähnlich sind die Vorstellungen der alten Parsis oder Perser, welche ihre beiden Hauptgottheiten, Ormuz und Ahriman, aus der ewigen, mit Urkraft versehenen Urmaterie sich entwickeln lassen. Auch die alten Egypter hielten eine Weltentstehung aus dem Nichts für absurd und nahmen eine allem Dasein vorhergehende Ur-Materie an, welche sie Neith oder „die große Mutter" nannten. Auf dem berühmten Neith-Bilde in Saïs standen die bezeichnenden Worte: „Ich bin Alles, was da war, ist und sein wird." Die alte Volks-Religion der Chinesen war nichts Anderes als ein verfeinerter Materialismus, und ihr großer Religionsstifter Konfucius läßt Alles aus dem Zusammenwirken des Yang und des Yen oder des Urstoffs mit der Urkraft hervorgehen.

Noch deutlicher tritt diese materialistische Grund-Anschauung hervor in den berühmten Systemen der

vorsokratischen Philosophen des alten Griechenland, welche man mit dem allgemeinen Namen der „Kosmologen" oder „Kosmophysiker" zu belegen pflegt. Alle ohne Ausnahme basiren ihre Theorieen der Weltentstehung auf die Annahme eines ewigen, unvergänglichen Urstoff's. Am schärfsten tritt dieses bei dem Philosophen Anaximander (600 vor Chr.) hervor, welcher deßwegen auch als der erste „Materialist" bezeichnet zu werden pflegt. „Der Urstoff", heißt es bei ihm, „umfaßt Alles und lenkt Alles!" Später entstand dadurch, daß jeder dieser Philosophen wieder eine besondere Art von Materie für den Alles hervorbringenden Urstoff erklärte, die berühmte Lehre von den vier Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde, welche so lange die unbestrittene Grundlage der physikalischen und chemischen Anschauungen früherer Zeit bildete und als solche Grundlage bis vor Kurzem noch in unsern Schulen gelehrt wurde.

Heutzutage freilich weiß man ganz genau, daß drei dieser s. g. Elemente keine wirklichen Elemente, sondern sehr zusammengesetzte Körper sind, und daß das vierte oder das Feuer überhaupt kein Element, sondern nur der Ausdruck oder die Folge eines chemischen Vorganges ist. An die Stelle der vermeintlichen vier Elemente sind nun die wirklichen Elemente oder sechzig bis siebzig Grundstoffe getreten, aus denen und aus deren gegenseitiger Verbindung die ganze bestehende Welt sich aufbaut, ohne daß dabei das Atom selbst oder die kleinste Größe eines solchen Grundstoffes sich jemals irgendwie ändert. Ein chemisches Atom ist in der That ein gänz-

lich unveränderliches, unzerstörbares Ding und bleibt in jeder Verbindung oder in jedem Zustande unabänderlich das nämliche Wesen, einerlei ob es z. B. als Eisen-Atom (wie sich Dübois-Reymond ausdrückt) im Meteorstein den Weltkreis durchzieht oder im Dampfwagenrade auf den Schienen dahinschmettert oder als Bestandtheil des Blutes in Verbindung mit der s. g. Blutzelle durch die Schläfe eines Dichters rinnt. Diese folgenwichtige Entdeckung verdanken wir, wie bereits erwähnt, dem großen Chemiker Lavoisier (1743—1794), dessen genialer Kopf nichtsdestoweniger während der Schreckenszeit der ersten französischen Revolution dem Beil der Guillotine fallen mußte.

Hätte man damals schon gewußt, was wir heute über das Verhältniß von Kraft und Stoff wissen, und hätte man dieselben Begriffe über die unzertrennliche Einheit beider gehabt, so würde man wohl ohne Weiteres daraus die Ewigkeit und Unzerstörbarkeit der Kraft gefolgert haben. Aber so einfach und unwiderleglich uns diese Wahrheit heute erscheint, nachdem wir sie einmal erkannt haben, so schwer fiel es dem menschlichen Geiste doch, diese Entdeckung zu machen; und Jahrtausende mußten vergehen, oder lange Phasen des Irrthum's mußten durchlaufen werden, bis man zur Erkenntniß des wahren Verhältnisses durchdrang. In der ersten oder frühesten Zeit der menschlichen Geistes-Entwicklung oder der Entwicklung physikalischer Begriffe stellte man sich Kraft und Stoff als gänzlich von einander getrennte und verschiedene Dinge vor und gab den als für sich bestehend angenommenen Kräften eine Reihe verschiedener

Namen. Alle Kräfte der Natur oder besondere Erscheinungsweisen der Naturkraft wurden auf diese Weise aus der Thätigkeit besonderer überirdischer Wesen oder s. g. „Götter" hergeleitet, und erhielten Erde, Himmel, Wasser, Flüsse, Licht, Feuer, Sonne, Finsterniß, Tag, Nacht u. s. w. u. s. w. jedes seinen besonderen Geist oder Gott. So war den Griechen Zeus der Gott des Donners und Blitzes, während seine Gemahlin Juno den Regen und die Dünste repräsentirte. Apollo ist der Gott des Tages, seine Schwester Artemis die Göttin der Nacht. Uranus repräsentirte den Himmel, Gäa die Erde, Poseidon das Meer, Hephästos das Feuer, Aeolus die Winde, Venus die Kraft der Anziehung u. s. w. Allerdings begegnen wir bei den griechischen Philosophen, namentlich bei den vorsokratischen oder den schon erwähnten Kosmophysikern, schon weit geläuterteren Ansichten, obgleich der älteste unter ihnen, Thales aus Milet, der Begründer der s. g. jonischen Schule und der griechischen Philosophie überhaupt (600 vor Chr.), die Anziehungskraft, welche der Magnet und der Bernstein wahrnehmen lassen, auch nur durch Annahme einer diesen Körpern innewohnenden Seele zu erklären wußte, und obgleich Empedokles, der berühmte Ur-Vater der Darwin'schen Theorie, ebenfalls Stoff und Kraft grundsätzlich trennte und die Welt aus den Kräften der Anziehung und Abstoßung hervorgehen ließ. Aber weit schärfer tritt diese Trennung von Kraft und Stoff bei ihren Nachfolgern Plato und Aristoteles hervor, welche die Materie gradezu für jeder eignen

Bewegung gänzlich unfähig erklärten und daher die bekannte Theorie einer die Wirkung Gottes oder des Geistes auf die Materie vermittelnden „Weltseele“ und eines s. g. „Weltbewegers“ aufstellten — eine Anschauung, welche sich durch den mächtigen Einfluß der Aristotelischen Philosophie noch bis in die Zeiten von Descartes erhielt. Auch Descartes oder Cartesius hielt den Stoff für unfähig zu selbsteigner Thätigkeit und erfand daher seine Theorie der die an sich kraftlose Materie umhertreibenden Kreis- oder Wirbelströme. Auch seine bekannte Unterscheidung zwischen denkender und ausgedehnter Substanz, wobei erstere dem Geist, letztere der Materie entspricht, verräth diesen Dualismus, der erst wieder durch seinen Nachfolger Spinoza, welcher bekanntlich Denken und Ausdehnung als zwei Attribute einer und derselben Substanz ansah, beseitigt wurde.

Am schärfsten ausgeprägt finden wir den ehemaligen Dualismus zwischen Kraft und Stoff wohl bei den alten Hebräern, deren Schöpfungsgeschichte bekanntlich zuerst die Erde, das Meer, die Sterne, die Planeten erschaffen werden und alsdann erst das Auftreten des Lichts als etwas von dem Stoffe ganz Getrenntes darauf folgen läßt.[32]) Gleicherweise wird nach derselben Quelle der Mensch selbst aus Erde oder Staub geformt, und wird alsdann erst dem an sich todten oder leblosen Körper Kraft und Leben eingeblasen oder eingehaucht. Auch die indischen Veda's haben, ebenso wie die Götterlehre der alten Griechen, besondere Götter für die Kräfte des Lichtes, der Sonne, des Feuers, des Mondes, der Finsterniß,

der Gewässer, der Winde, der Erde u. s. w. Dasselbe gilt von den Chinesen, Egyptern, Persern u. s. w., welche Völker gleicherweise die verschiedenen Naturkräfte vergötterten und namentlich, wie schon im vorhergehenden Aufsatz gezeigt wurde, die Naturkraft des Lichtes oder Feuers als besondere göttliche Kraft anbeteten.

Ganz dieselbe Trennung zwischen Kraft und Stoff, wie in der Physik, machte man in früherer Zeit auch in der Biologie oder in der Lehre vom Leben. Es wurde bereits auf den Glauben der Hebräer hingewiesen, welche den lebenden Menschen aus zwei ganz entgegengesetzten Principien hervorgehen ließen. Auch die alten Inder betrachteten die menschliche Seele als etwas ganz für sich Bestehendes, vom Körper Getrenntes oder Verschiedenes, und selbst die dem Buddhismus zu Grunde liegende Sankjah-Philosophie behandelte Natur und Geist als vollkommene Gegensätze. Etwas mehr materialistisches Gepräge hatten in dieser Hinsicht die Glaubensvorstellungen der alten Egypter; daher auch ihre große Sorge für die Aufbewahrung ihrer Leichname! Auch die umherirrenden Geister der Gestorbenen, vor denen wilde Völker in der Regel eine so große Furcht empfinden, bezeugen diesen Gegensatz.

Dieser biologische Dualismus erstreckte sich bis tief in das Mittelalter, welches eine so strenge Trennung zwischen Körper und Leben oder Körper und Geist etablirt, daß selbst der berühmte Arzt Paracelsus es nicht wagte, z. B. die körperlichen Funktionen der Ernährung, der Verdauung u. s. w. als Das anzusehen,

was sie wirklich sind, sondern dieselben der Thätigkeit eines besonderen Geistes zuschrieb.

An die Stelle dieser vollständigen Trennung von Kraft und Stoff trat später eine unvollständige Trennung. Die Kraft wird dabei allerdings noch als etwas von dem wägbaren Stoff sehr Verschiedenes, aber ihrerseits selbst als ein unwägbarer Stoff oder als ein s. g. Imponderabile gedacht. Keppler wird als der Urheber dieser Idee angesehen, welcher u. A. Descartes, Leibniz, Newton anhingen. Aus ihr floß die jetzt ganz beseitigte Theorie der s. g. Imponderabilien, namentlich die berühmte Emanations- oder Emissions-Theorie des Lichtes, welches darnach aus mit großer Geschwindigkeit fortgestoßenen unwägbaren Körpertheilchen bestehen sollte. Auch die Wärme stellte man sich als einen von Körper zu Körper sich mittheilenden flüchtigen Stoff vor. Ebenso den Magnetismus oder die Elektricität, welche letztere sich noch Thomas Young als ein aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetztes Fluidum dachte. Noch zu der Zeit Faraday's hielt es dieser Gelehrte für nöthig, gegen die stoffliche Natur der Elektricität zu polemisiren. Auch der Glaube an das berühmte Phlogiston oder den Feuerstoff, welcher durch Lavoisier, den berühmten Begründer der heutigen Chemie, nach der Entdeckung des Sauerstoffs durch Scheele und Priestley (1774) beseitigt wurde, gehört in diese Periode. Wohl dachte man sich damals bereits die Kraft als untrennbar von der wägbaren Materie, aber, wie gesagt, als etwas von derselben im Grunde ganz Verschiedenes.

In der Biologie oder Lebenslehre vertrat die Stelle der Imponderabilien die Annahme eines geistigen Motors oder Bewegers, welchem verschiedene Namen beigelegt wurden, wie der „Archäus" oder Magengeist van Helmont's, der „Nervengeist" Borelli's, die „Lebenssubstanz" Hofmann's, die „Reizbarkeit" Haller's, die Anima animata Stahl's oder die allgemeineren Bezeichnungen von Nervenkraft, Bildungskraft, Lebenskraft u. s. w. So hielt man z. B. die Coagulation oder Gerinnung des Blutes für die Folge eines förmlichen Sterbens oder Absterbens des in demselben enthaltenen und dasselbe zum Laufen antreibenden Geistes oder geistigen Motors. Auch hier erscheint die Kraft als eine sehr feine oder flüchtige Substanz oder als ein unwägbares Elementar-Princip oder selbst als ein Fluidum, ein Aether, ein Gas, das nur vorübergehend mit dem Körper verbunden ist und demselben seine Lebens-Eigenschaften verleiht, so lange ihre beiderseitige Verbindung durch den Tod nicht gelöst ist.

Im Allgemeinen muß man leider sagen, daß die Anschauungen der Biologie diese zweite Periode oder Phase noch nicht vollständig überwunden haben, und daß das traurige Gespenst der „Lebenskraft" trotz allen Fortschritten der Wissenschaft immer noch in so vielen Köpfen, namentlich philosophischen, umgeht — während die physikalischen und chemischen Wissenschaften längst in das dritte und letzte Stadium der Neuzeit oder das Stadium der Anerkennung der absoluten Einheit und Untrennbarkeit von Kraft und Stoff übergegangen sind.

Es besteht jetzt absolute Gewißheit darüber, daß es keine Kraft ohne Stoff, keinen Stoff ohne Kraft gibt oder geben kann, und daß die Trennung nur im Gedanken oder in der Abstraktion besteht. Es gibt auch keine unwägbare Materie, und das letzte Räthsel der Naturwissenschaft liegt in der Einheit und Unzerstörbarkeit des kraftbegabten Atom's. Young und Fresnel haben durch ihre Entdeckungen über die Natur des Lichts diese letzte Phase oder die Erkenntniß herbeigeführt, daß alle uns bekannten Kräfte nur Zustände oder Bewegungen der feinsten Theilchen der bestehenden Materie sind. Wir kennen z. B. nur gewisse Veränderungen an der Materie, welche wir Wärme nennen; eine Wärme als solche ist uns unbekannt. Wärme ist ebenso wie das Licht nur eine Art der Bewegung. Elektricität, Magnetismus, chemische Thätigkeit sind keine Imponderabilien, sondern besondere, schwingende, wellenartige Bewegungen der wägbaren Materie und ihrer kleinsten Theilchen. Diese selbst aber ist in steter Bewegung und nie in absoluter Ruhe. Ueberall, wo Stoff ist, ist auch nothwendig Kraft im Zustand der Bewegung, der Spannung oder des Widerstandes. Ohne Stoff keine Kraft, keine Bewegung, keine Spannung, kein Widerstand!

Da es nun aber im Organismus oder in der ganzen organischen Welt keinen besonderen, der unorganischen Welt nicht angehörenden Stoff gibt, ja wahrscheinlich nicht einmal eine einzige Verbindung verschiedener Elemente, welche nur lebenden Stoff bildet, so kann es auch keine besondere organische oder Lebenskraft geben. Der Stoff mit seinen

Kräften ist auch hier ewig und unzerstörbar, und die Principien der Erhaltung des Stoffs und der Erhaltung der Kraft schließen jede besondere Kraft aus. Jede Kraft, welche der Organismus entfaltet oder verliert, kommt und geht mit den ihm zu- oder von ihm hinweggeführten wägbaren Substanzen; und die Fortschritte der organischen Chemie zeigen jeden Tag klarer, daß die Körpersubstanz keine besonderen chemischen oder Lebens-Eigenschaften besitzt, sondern daß diese Substanz im organisirten Körper ganz dieselben Eigenschaften besitzt und entfaltet, wie außerhalb. Das Leben kann einen neuen Stoff weder schaffen, noch einen alten zerstören; und sind einmal alle Bedingungen bekannt, unter welchen sich chemische Lebensthätigkeiten vollbringen, so wird man deutlich sehen, daß kein Unterschied besteht zwischen diesen Thätigkeiten und denjenigen, welche man außerhalb des Körpers zu Stande bringen kann.

Mit dieser auf solche Weise und nach Durchlaufung einer ganzen Reihe irrthümlicher Anschauungen gewonnenen Erkenntniß von der Einheit oder Identität von Stoff und Kraft ist nun aber, wie bereits angedeutet wurde, das große Princip der Erhaltung oder Unsterblichkeit der Kraft von selbst gegeben. Wie der Stoff unsterblich ist, so ist es auch die Kraft oder muß es sein; und wie der Stoff alle möglichen Formen und Gestalten annehmen kann, ohne doch dabei in seinem Wesen verändert zu werden, so kann auch die Kraft unter den verschiedensten Formen in die Erscheinung treten, muß aber dabei im Grunde immer dasselbe Unveränderliche bleiben.

Oder — mit anderen Worten — dem ewigen Kreislauf der unzerstörbaren Stoffe entspricht in gleicher Weise der ewige Kreislauf der unzerstörbaren Kräfte!

In dieser Allgemeinheit ausgedrückt ist der Satz im Grunde ein solcher, welcher eigentlich gar keiner weiteren wissenschaftlichen Beweisführung bedarf, sondern als eine einfache und nothwendige Forderung der Logik erscheint. In der That ist auch der Gedanke als solcher uralt, und schon die griechischen Kosmophysiker haben ihn mehr oder weniger deutlich genug ausgesprochen. So sagt Anaxagoras: „Das Seiende im Raum mehrt sich nicht und mindert sich nicht.“ Noch deutlicher findet er sich bei Cicero, welcher ausdrücklich sagt, daß eine einmal vorhandene Kraft in der Natur nicht verloren gehen kann. „Was nicht in der Zeit entstanden ist,“ so entwickelt der berühmte Freund der Philosophie in der ersten Disputation auf seinem Landgut Tuskulum, Cap. 23, „kann auch nicht in der Zeit vergehen.“ — „Hieraus folgt, daß die Urkraft der Bewegung in Demjenigen ist, was durch sich selbst bewegt wird; ein solches kann aber weder entstehen noch vergehen; es könnte der ganze Himmel einstürzen und die ganze Erde stillestehen, ohne je wieder jener Kraft theilhaftig zu werden, durch deren Stoß sie von Anfang an in Bewegung gesetzt wurde.“ — Auch der große Newton, der Entdecker des Gravitations-Gesetzes, hat bereits ähnliche Aussprüche gethan, weßwegen auch die Engländer versucht haben, ihm die eigentliche Ehre der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft zuzuwälzen. Gleicherweise

wies schon der große deutsche Philosoph Leibniz (1646—1716) in bestimmter Weise darauf hin, (man vergleiche dessen Briefe an Clarke und Abbé Conti), daß eine thatsächliche Vernichtung von lebendiger Kraft im Weltall nicht möglich sei, und deutet an, daß die scheinbar verloren gegangene Bewegung sich nur in die kleinsten, unsichtbaren Theilchen hinein verpflanzt habe. Im Jahre 1812 sagte Placidus Heinrich in einer Schrift über die Phosphorescenz der Körper: „Wir wissen wenigstens soviel mit Zuverlässigkeit, daß in der Natur nichts verloren geht. Alles erhält sich nur durch steten Umtausch! Das Eine gewinnt durch den Verlust des Andern; das Eine entsteht durch das Verschwinden des Andern. Also im Universum nie Verlust, sondern nur Wechsel und Umtausch.“

Aber erst gegen die Mitte unsres Jahrhunderts nahmen diese allgemeinen Ideen bestimmtere Gestalt an. Eigentlich hätte dieses, wie bereits angedeutet, schon geschehen müssen, als Lavoisier am Ende des vorigen Jahrhunderts das Phlogiston gestürzt und das Wesen der Verbrennung als das einer einfachen chemischen Verbindung enthüllt hatte. Denn da Stoff ohne Kraft und Kraft ohne Stoff nicht denkbar sind, so war mit dem großen Funde Lavoisier's von der Unzerstörbarkeit der Materie auch jene der Kraft schon gegeben. Aber die Naturforscher sind im Allgemeinen ein etwas ängstliches und vorsichtiges Volk und trauen in der Regel nur Dem, was sorgfältige Beobachtung, Experiment oder Berechnung als sicher erwiesen haben. Da es nun im

Allgemeinen weit schwerer ist, Kräfte zu messen und zu berechnen, als Stoffe zu wägen, so dürfen wir uns nicht wundern, daß die eigentliche Entdeckung so verhältnißmäßig lange auf sich warten ließ und daß noch ein halbes Jahrhundert verfließen mußte, bevor die ebenso große wie einfache Wahrheit klar erkannt wurde.

Was die Ehre der Entdeckung anlangt, so ist dieselbe zur Zeit noch streitig zwischen zwei deutschen Gelehrten, welche beide nicht mehr unter den Lebenden sind, und von denen der Eine im Jahre 1837, der Andere im Jahre 1842 seine Entdeckung veröffentlichte. Merkwürdiger Weise war auch das Schicksal beider Arbeiten und Arbeiter in der gelehrten Welt ganz das gleiche oder nämliche, das Schicksal nämlich, theils unverstanden zu bleiben, theils verlacht und ausgespottet zu werden. Auch mußten beide mit äußeren Schwierigkeiten kämpfen, um mit einer Entdeckung, welche jetzt die ganze wissenschaftliche Welt bewegt, nur an die Oeffentlichkeit gelangen zu können! So mußte Prof. und Medizinalrath Friedrich Mohr in Bonn (geb. 4. Nov. 1806, gest. 28. Sept. 1879) erleben, daß sein Aufsatz „Ueber die Natur der Wärme", in welchem zuerst das Princip der Erhaltung der Kraft deutlich ausgesprochen war, im Jahre 1837 von der Redaktion eines der damals hervorragendsten wissenschaftlichen Organe, von Poggendorf's „Annalen der Physik und Chemie" — zurückgewiesen wurde, angeblich weil keine neuen Thatsachen oder experimentelle Untersuchungen darin enthalten seien! Der Verfasser schickte darauf sein zurückgewiesenes Kind an Baumgartner's

„Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften" in Wien, welche denselben auch zum Abdruck brachte, ohne aber dem Ersteren Nachricht zu geben oder ihm ein Exemplar des Abdrucks zu schicken. In Folge dessen glaubte ihn der Verfasser verloren und fand ihn erst im Jahre 1868 aus Anlaß der Dresdener Naturforscher-Versammlung wieder auf. Die geringe Verbreitung der Baumgartner'schen Zeitschrift mag außer dem Mangel an Verständniß für die große Idee zu jener Zeit dazu beigetragen haben, daß der Aufsatz spurlos vorüberging. Mohr hat denselben übrigens im Jahre 1869 in seiner ausgezeichneten Schrift: „Allgemeine Theorie der Bewegung und Kraft als Grundlage der Physik und Chemie" (Braunschweig 1869) auf Seite 84 zum Wiederabdruck gebracht und damit bewiesen, daß die Priorität des allgemeinen Gedankens der Einheit und Wechselwirkung der Naturkräfte in der That ihm zukömmt. Auf Seite 103 heißt es nach längeren, die Verbindung der Kräfte unter einander darlegenden Auseinandersetzungen: „Außer den bekannten 54 chemischen Elementen gibt es in der Natur der Dinge nur noch ein Agens, und dieses heißt Kraft; es kann unter den passenden Verhältnissen als Bewegung, chemische Affinität, Cohäsion, Elektricität, Licht, Wärme und Magnetismus hervortreten, und aus jeder dieser Erscheinungs-Arten können alle übrigen hervorgebracht werden. Dieselbe Kraft, welche den Hammer hebt, kann, wenn sie anders angewendet wird, jede der übrigen Erscheinungen hervorbringen." Und auf Seite 89 heißt es: „denn

von einer Kraft läßt sich ebenfalls Rechenschaft geben, wie von einem wägbaren Stoffe; man kann sie theilen, davon abziehen, dazu fügen, ohne daß die ursprüngliche Kraft verloren ginge oder sich in ihrer Quantität änderte.“

In diesen Worten ist das eigentliche Princip der ganzen Theorie klar ausgesprochen.[33])

Aber der eigentliche mathematische und experimentelle Nachweis für die Richtigkeit der Theorie wurde erst durch Dr. Robert Mayer in Heilbronn (geb. 25. Nov. 1814, gest. 20. März 1878), der deßhalb auch gegenwärtig ziemlich allgemein, obwohl nicht ganz mit Recht, als der eigentliche Entdecker angesehen wird, sowie durch den gleichzeitig mit ihm arbeitenden Engländer J. P. Joule (1843—1849) geliefert. Joule hat wahrscheinlich ganz unabhängig von Mayer gearbeitet und jahrelange Versuche über das Verhältniß von Wärme und Arbeit angestellt, durch welche die Richtigkeit der Mayer'schen Grundsätze experimentell festgestellt wurde.

Mayer's bahnbrechende Arbeit über die Kräfte der unbelebten Natur hatte, wie schon erwähnt, ein ähnliches, aber für den Verfasser noch weit traurigeres Schicksal, wie der Mohr'sche Aufsatz. Auch sie wurde von Poggendorf zurückgewiesen und fand erst in Liebig's „Annalen der Chemie und Pharmacie“ im Jahre 1842 mit Mühe Verwendung. Die Aufnahme, welche die darin ausgesprochene Idee bei den Fachgenossen oder in der gelehrten Welt überhaupt fand, war eine solche, wie sie leider den Ideen oder Werken fast aller großen,

ihrer Zeit vorauseilenden Geister beschieden ist.[34]) Nicht genug, daß man Mayer's Ansicht unbeachtet ließ, wie dieses bei Mohr geschah — man überhäufte ihn selbst mit Schmähungen, und die Gelehrten in Karlsruhe, Heidelberg und Stuttgart gingen so weit, ihn gradezu für einen Narren und seine Ansichten für „hirnverbranntes Zeug" zu erklären! Die Manen Mayer's können sich mit den Erfahrungen der Geschichte und mit noch größeren Männern trösten, denen Gleiches oder Aehnliches von Seiten ihrer sie verkennenden oder nicht verstehenden Zeitgenossen geschah, während die Nachwelt allerdings ihren Ruhm in um so höherem Glanze erstrahlen ließ. Die in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen sind in der That so schlagend und belehrend, daß wir uns nicht enthalten können, einige der auffälligsten mitzutheilen. Als der größte aller Dichter, Sheakspeare, dessen Name dauern wird, so lange der Bau dieser Welt zusammenhält, seine Schicksals-Tragödie Makbeth, dieses Meisterstück der Psychologie oder tiefster Kenntniß des Menschenherzens, geschrieben hatte, kritisirte ihn ein zeitgenössischer, damals in großem Ansehen stehender Kritiker folgendermaaßen: „Herr Sheakspeare hat wieder ein neues Drama vom Stapel gelassen; aber ein größerer Unsinn, als dieser, ist noch nicht geschrieben worden." Und ein andrer Tintenklexer dieses Gelichters, ein Herr Thomas Nash, warf dem großen Genius vor, daß er sein eigentliches Gewerbe, nämlich dasjenige eines Advokaten-Schreibers, aufgegeben habe, um sich auf allen Gebieten der Kunst herumzutreiben,

ohne doch in einer einzigen wahrhaft thätig zu sein, und daß er nicht einmal im Stande sei, seine armseligen Verse in's Lateinische zu übersetzen. Auch unser großer Nationaldichter Schiller konnte einem ähnlichen Schicksal nicht entgehen; denn nachdem er seine Dramen „Fiesko" und „Cabale und Liebe" veröffentlicht hatte, erklärte sie die Kritik für schmutzig und ekelhaft und meinte, es sei bei dem Verfasser ein Bruch der Vernunft zu befürchten. Eine Vorlesung seines „Fiesko" in engerem Kreise in Mannheim konnte er nicht zu Ende bringen, weil die Zuhörer sich nach und nach entfernten. Ueber des unglücklichen Beethoven musikalisches Meisterwerk „Fidelio", welches jetzt noch die Herzen aller Hörer entzückt, schrieb nach der ersten Aufführung in Wien am 20. Nov. 1804 die sehr angesehene „Allgemeine musikalische Zeitung" eine ganz wegwerfende Kritik, in welcher die Worte vorkamen: „das Ganze ist weder durch Erfindung noch durch Ausführung hervorstechend." Dieses hatte zur Folge, daß die Oper nach zweimaliger Aufführung vom Repertoir verschwand, und daß der an sich selbst verzweifelnde Meister keine Feder mehr zur Componirung einer weiteren Oper ansetzte.

Ohne auch nur entfernt mit solchen Männern in eine Parallele sich setzen zu wollen, glaubt doch der Verfasser dieses Aufsatzes ohne Verletzung der Bescheidenheit an dieser Stelle an ein ähnliches Schicksal seines eignen Lebens erinnern zu dürfen. Als derselbe zum Erstenmal seine Schrift „Kraft und Stoff" veröffentlichte, welche damals die ganze gebildete Welt in Auf-

regung brachte, unzählige Federn in Bewegung setzte und eine umfangreiche Litteratur hervorrief, schrieb ein zeitgenössischer Kritiker, welcher damals an dem Wohnort des Verfassers (Tübingen) eine kritische Uebersicht neuer Erscheinungen der Litteratur herausgab, ein Herr Prof. Köstlin, mit kurzen Worten bald nach dessen Erscheinen, das Buch sei nur geschrieben worden, um einen persönlichen Skandal herbeizuführen. Diesen Zweck habe es erreicht, und damit werde es nunmehr der verdienten Vergessenheit anheimfallen!! Herr Köstlin und seine kritische Auslassung sind seitdem längst vergessen — des Verfassers Schrift lebt noch und hat unzähligen Menschen als Leuchte auf dem Wege zu besserer Erkenntniß gedient.

Um nach dieser Abschweifung auf Mayer zurückzukommen, so hatte er in seiner berühmten Arbeit hauptsächlich das Verhältniß von Wärme und Arbeit, welches ja auch heute noch den Angelpunkt der ganzen Lehre bildet, in das Auge gefaßt und das s. g. mechanische Aequivalent der Wärme auf 365 Kilogrammometer bestimmt. Diese Zahl ist zwar falsch; das Aequivalent beträgt in Wirklichkeit 424 Kilogrammometer. Aber schon die Berechnung zeigt, daß Mayer durchaus auf dem richtigen Wege war, und daß sein genialer Scharfblick der Wahrheit sehr nahe gekommen war. Diesen Scharfblick ließen auch die weiteren, von Mayer in den Jahren 1845—51 veröffentlichten Arbeiten nicht vermissen. Im Jahre 1845 veröffentlichte er einen Aufsatz über organische Bewegung, „welcher", wie Tyndall sagt, „wenn auch hier und da Etwas daran auszusetzen sein

mag, im Ganzen doch ein Erzeugniß von außerordentlichem Werth und Bedeutung ist." Diesem folgten 1848 Beiträge zur Dynamik des Himmels, in welchen er „mit wunderbarer Kühnheit, mit Scharfsinn und Ausführlichkeit die meteorische Theorie der Sonne entwickelte. Und diesen folgte im Jahre 1851 eine vierte Schrift, welche ebenso den Stempel geistiger Ueberlegenheit trägt. Im Ganzen und Großen genommen kann Dr. Mayer das Recht nicht abgesprochen werden, als Mann von wahrem Genie in der ersten Reihe unter den Begründern der dynamischen Theorie der Wärme zu stehen." Leider ließen seine Berufs-Arbeiten dem genialen Mann zu wenig Zeit übrig, um seine Entdeckung wissenschaftlich und schriftstellerisch so weiter zu verfolgen und auszubeuten, wie sie es verdiente.

Mayer starb 1878, nachdem er allerdings noch Zeit genug gefunden, um den vollen Sieg seiner Idee oder den Triumph seiner Theorie und die Anerkennung seines Verdienstes zu erleben. [35])

Auf Mayer folgte, wie bereits erwähnt, der Engländer Joule in Manchester, welcher jahrelange experimentelle Untersuchungen über das Verhältniß von Wärme und Arbeit anstellte, ohne, wie Tyndall behauptet, von Mayer etwas zu wissen. Ihm gebührt nach Tyndall das Verdienst, zuerst einen entschiedenen Beweis für die Richtigkeit der Theorie geliefert zu haben. Es ging ihm Anfangs geradeso wie seinem Rivalen; aber er ließ sich durch die Gleichgültigkeit, womit man, wie es scheint, seine ersten Arbeiten aufnahm, nicht entmuthigen

und setzte seine Versuche fort, um die Unveränderlichkeit des Verhältnisses, welches zwischen der Wärme und der gewöhnlichen mechanischen Kraft (Bewegung) besteht, zu beweisen. Joule hat übrigens die ganze Sache mehr als ein physikalisches Special-Problem behandelt, ohne, wie Mayer, die allgemeinen Schlüsse auf die Unzerstörbarkeit der Kräfte und die weiteren großartigen Folgerungen daran anzuknüpfen. Die öffentliche Meinung hat daher auch in dem Prioritäts-Streit zwischen Mayer und Joule zu Gunsten des ersteren entschieden.

Seit diesen Forschern sind nun unzählige Arbeiten der Physiker und Physiologen, wie Tyndall, Grove, Thomson, Helmholtz, Clausius, Hirn Secchi u. s. w., zu Tage gekommen, welche alle ohne Ausnahme das große Gesetz oder Princip von der Erhaltung und Umwandlung der Kräfte bestätigen, und zwar ebenso für die unorganische wie für die organische Welt. Nirgendwo konnte eine einzige Ausnahme constatirt werden; und überall gelang mit Leichtigkeit der Nachweis, daß die Kraft ebenso ewig und unzerstörbar ist, wie der Stoff, und daß, wo irgend eine Kraft-Verwandlung stattfindet, dieselbe Menge von Kraft, welche hineingekommen ist, auch wieder herauskömmt, oder daß, um es mit andern Worten zu sagen, eine Umwandlung oder Verwandlung aller Kräfte der Natur in einander möglich ist, ohne daß dabei im großen Ganzen jemals der geringste Verlust oder der geringste Gewinn stattfindet. Früher hatten die Physiker keine Ahnung dieses merkwürdigen Verhältnisses und glaubten ganz allgemein, daß Kräfte aus Nichts hervorgehen und

auch in Nichts wieder verschwinden könnten, weil man gewisse Kraft-Wirkungen scheinbar verschwinden sah. Aber in Wirklichkeit war dieses — wie schon im vorhergehenden Aufsatz gezeigt wurde — kein Verschwinden, kein Verlorengehen, sondern nur eine Umwandlung in andre Kraftzustände, wobei lediglich der Zusammenhang unbekannt oder besser unerkannt blieb. Nie kann man eine Kraft aus Nichts gewinnen, sondern stets nur von andern Kräften ableiten — und zwar nach dem allgemeinen Grundsatz der s. g. Aequivalenz oder Gleichwerthigkeit, so daß also die Gesammtsumme der Kräfte stets dieselbe unveränderliche sein und bleiben muß, wie die Gesammtsumme der Stoffe — vorausgesetzt, daß von einer solchen Gesammtsumme in Berücksichtigung der Unendlichkeit der Welt überhaupt gesprochen werden kann. Die genauesten Untersuchungen und Berechnungen haben darüber auch nicht den leisesten Zweifel übrig gelassen; und so geheim oder verborgen auch mitunter die Wege sein mögen, auf denen Kraft kommt oder geht, bei genauerer Nachforschung ist man stets im Stande gewesen, diese Wege aufzudecken und sich davon zu überzeugen, daß es sich überall nur um einen Wechsel der Form, nicht aber um einen solchen des Inhalt's handelt. Die Kräfte sind ebenso unvergänglich und unzerstörbar, wie die Atome, mit denen sie unzertrennlich verbunden sind, und bleiben ebenso wie diese, bei allen Wechseln und Wandlungen im Grunde immer das Nämliche, Einheitliche und Unwandelbare.

Am leichtesten kann die Umwandlung der Kräfte nachgewiesen werden an der allgemeinsten und ver-

breitetsten Form von Kraft, welche wir kennen — an der Wärme nämlich, insbesondere an ihrer Beziehung zur Bewegung oder zur mechanischen Kraft. Von hier hat ja auch bekanntlich die ganze Entdeckung ihren Ausgangspunkt genommen. Die Beispiele dieser Umwandlung sind gradezu zahllos und bestätigen den alten Erfahrungs-Satz, daß „Bewegung Wärme erzeugt.“ Schon das tägliche Leben überhäuft uns gewissermaaßen mit beweisenden Beispielen dafür, daß Wärme Arbeit und Arbeit Wärme hervorbringt — Beispiele, welche bereits im vorhergehenden Aufsatz theilweise Erwähnung fanden. Wer erinnerte sich nicht aus seiner Schulzeit der bekannten Spielerei mit dem durch Reiben an der Schulbank heiß gemachten und dem Nebensitzenden plötzlich auf die Hand gedrückten Metallknopf! Oder wer wüßte nicht, daß schnelles Reiben zweier Hölzer an einander Wärme oder Erhitzung bis zum Brennen erzeugt? oder daß das Reiben unsrer Phosphor-Zündhölzer an einer rauhen Oberfläche den Zweck hat, den leicht entzündlichen Phosphor dergestalt zu erhitzen, daß er zuerst sich selbst und dann das Hölzchen in Brand setzt? oder daß rasches Einbohren eines Nagelbohrers in ein Brett denselben oft so heiß werden läßt, daß man ihn kaum mehr anfassen kann? oder daß die Achsen schwer beladener Wagen sich durch die bei der Umdrehung der Räder in ihren Zapfenlagern entstehende Wärme bis zum Glühendwerden erhitzen oder gar in Brand gerathen können? Oder wer hätte noch nicht gesehen, daß beim Bremsen eines Eisenbahn-Zugs das auf den Schienen schleifende

Rad seine mechanische Kraft in Hitze und dadurch erzeugtes lebhaftes Funkensprühen umwandelt? Schon Graf Rumford (1752—1814), der berühmte Physiker und Philanthrop, war der Entdeckung von der Umwandlung der Kräfte sehr nahe, als er bemerkte, welche enormen Mengen von Wärme sich beim Bohren der Kanonenrohre entwickelten — eine Erscheinung, welche mit der damals allgemein gültigen s. g. Stofftheorie der Wärme ganz unvereinbar erschien. Ließ derselbe die Bohrung oder eine derselben ähnliche Manipulation unter Wasser vornehmen, so konnte er bemerken, daß sich dasselbe durch die bei der Bohrung entstehende Wärme bis zum Sieden erhitzte [36]); und ebenso kann man Wasser, in welchem man zwei Metallplatten durch mechanische Kraft mit Heftigkeit aneinander sich reiben läßt, zum Kochen bringen! Läßt man aber die Metallplatten ohne Wasser aneinander reiben, so kann man sie bei hinlänglich gesteigerter Geschwindigkeit bis zum Rothglühen erhitzen und damit ein Zimmer heizen, wie man dieses in der That in Fabriken, wo man überflüssige Wasserkraft zur Verfügung hatte, ausgeführt hat. Gleicherweise kann man ein Zimmer durch mechanische Kraft oder Arbeit heizen, wenn man einen großen Holzzapfen in einem enganschließenden Metallkegel sich drehen läßt, einerlei ob dieses durch die Kraft eines Wasserfalles, eines Stromes, einer Windmühle oder dgl. bewirkt wird. Daß Wasser oder eine beliebige andre Flüssigkeit warm oder wärmer wird, wenn man sie anhaltend schüttelt, oder wenn man sie mit Gewalt durch

enge Röhren hindurchpreßt, ist eine längst bekannte Thatsache; und R. Mayer ist, wie seine Biographen erzählen, zum Theil dadurch auf seine große Entdeckung geführt worden, daß ihm auf seiner Javanischen Reise die Matrosen die Mittheilung machten, daß das vom Sturm bewegte Wasser des Oceans erheblich wärmer sei, als dasjenige des unbewegten Meeres. In der That ist es eine bekannte Beobachtung der Seeleute, daß das Meerwasser nach einem Sturm wärmer ist, als vorher, und schon Joule hatte zur Bestimmung seines mechanischen Wärme-Aequivalents ein in Wasser eingetauchtes Rad, welches durch ein fallendes Gewicht in Bewegung gesetzt wird, benutzt und gefunden, daß eine Arbeit von 424 Meterkilogrammen (d. h. eine Arbeit, welche durch Hebung von 424 Kilogramm Last oder Gewicht auf die Höhe eines Metermaaßes geleistet wird) erforderlich ist, um eine s. g. Calorie zu erzeugen oder um ein Kilogramm Wasser von 0 Grad C. auf 1 Grad C. zu erwärmen. Würde man umgekehrt ein Kilogramm Wasser 424 Meter hoch herabfallen lassen und dann plötzlich in seiner Bewegung aufhalten, so würde abermals eine Calorie oder eine Wärmemenge erzeugt werden, welche hinreichen würde, die Temperatur des Wassers um einen Grad C. zu erhöhen — und so weiter im nämlichen Verhältniß. Es ist bekannt, daß fließendes oder in Bewegung befindliches Wasser weniger leicht gefriert, als stehendes, weil die Bewegung des Wassers dasselbe erwärmt. Obgleich die Flußbetten mehr oder weniger geneigt sind, nimmt das Wasser der Flüsse doch nicht

stetig an Geschwindigkeit zu, weil die Reibung des Wassers am Boden und an den Seiten dasselbe im Laufe aufhält; und dieser Umstand bildet eine mächtige Quelle der Erwärmung des Flußbettes, wie des Wassers. Wasserfälle können durch Anprall an die Felsen und das untere Flußbett sehr bedeutende Wärmemengen entwickeln; und direkte Beobachtung hat z. B. gezeigt, daß das Wasser des Niagarafall's Unten wärmer als Oben ist.

Weitere Beispiele der Umsetzung von Bewegung in Wärme aus dem täglichen Leben sind das Funkensprühen und das Heißwerden der Schleif-Objekte beim Schleifen von Nadeln, Scheeren, Messern u. s. w., oder das aus ganz gleicher Ursache entstehende Feuer, welches die eisenbeschlagenen Hufen der Wagenpferde aus den Steinen des Straßenpflaster's schlagen; die Entzündung des Zunders beim Feuerschlagen mit Stahl und Stein durch glühend gewordene Stahlsplitter; die Entzündung oder Verglimmung hölzerner Wagenbremsen beim Anziehen derselben; die Erhitzung einer Sägeplatte beim Durchsägen von Holz, welches seinerseits gleichfalls erhöhte Temperatur annimmt, die Schmelzung und der brenzliche Geruch des Zuckers bei raschem Reiben auf eisernen Reibeisen u. s. w., u. s. w. Sogar die Schallbewegungen der Körper setzen sich häufig sofort in Wärme um, wie man daran erkennt, daß sich Glocken beim Läuten erwärmen.

Schon gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und gleichzeitig mit Rumford bewies Sir Humphrey Davy durch seinen berühmten Versuch mit dem Aneinander-

reiben zweier Eisstücke im luftleeren Raum, wobei dieselben in Folge der bei der Reibung entwickelten Wärme an den Berührungsflächen zu schmelzen anfingen, obgleich dafür gesorgt war, daß dem Eise von keiner Seite Wärme zufließen konnte — daß der hypothetische Wärmestoff, an den man früher glaubte und der angeblich aus den benachbarten Massen herbeigezogen sein sollte, nicht existiren könne, sondern daß im vorliegenden Falle die mechanische Kraft der Reibung in eine Art innerer oder molekulärer Bewegung der kleinsten Stofftheilchen, d. h. in Wärme, umgewandelt worden sein müsse.

Das großartigste und vielleicht schönste Beispiel von Wärme-Erzeugung durch Massenbewegung oder von Umwandlung mechanischer Kraft in Wärme, welches wir in der Natur kennen, bilden die Meteoriten oder Feuerkugeln oder jene kleinen Himmelskörper, welche mit planetarischer Geschwindigkeit unsre Atmosphäre durcheilen und durch Reibung an derselben in solche Gluth gerathen, daß Eisen und Silikate an ihrer Oberfläche zu schmelzen anfangen. Das Meteor muß bei seiner enormen Geschwindigkeit die vor ihm befindliche Luft zu ungeheurer Dichtigkeit zusammenpressen, während es hinter sich einen röhrenförmigen, fast luftleeren Raum zurückläßt, und dabei eine sehr große, seine eigne lebendige Kraft zum Theil vernichtende Arbeit verrichten, welche sich in Wärme umwandelt. Man hat berechnet, daß ein kugelförmiger Meteorstein von einem Decimeter Durchmesser und 14 Kilogramm Gewicht, der mit einer Geschwindigkeit von 16 Kilometer in der Sekunde in die Atmosphäre

eintritt, bei einem Luftdruck von 12 M.m. nicht weniger als 446850 Calorien oder Wärme-Einheiten entwickelt. Diese Wärme ist hinreichend, um den größten Theil dieser Körper zu verflüchtigen, daher sie den Erdboden nur erreichen können, wenn ihre Masse von Haus aus eine sehr bedeutende war. „So umgibt uns", sagt Secchi, „also die Luft wie ein Panzer und schützt uns vor den Verheerungen dieser furchtbaren Artillerie des Himmels, welche vielleicht auf dem Monde große Zerstörungen angerichtet hat."

Auch wir selbst werden bekanntlich durch jede Art von Bewegung, durch Gehen, Laufen, Arbeit, mechanische Thätigkeit, ja selbst durch geistige Arbeit und die damit verbundene gesteigerte Blutcirculation im Gehirn und Bewegung der Hirn-Moleküle warm oder wärmer. Daher auch die bekannte, bei starker geistiger Anstrengung so oft gebrauchte Redeweise: „Der Kopf raucht" — oder „Der Kopf brennt mir." Haben wir das unleidliche Gefühl kalter Hände, so suchen wir durch Reiben der Handflächen aneinander wieder Wärme in dieselben zu bringen, und halberfrorne Glieder werden bekanntlich durch starkes Reiben oder Frottiren wieder zum Leben gebracht. Schon ein bloßer kräftiger Händedruck ist hinreichend, um durch stärkere Muskelbewegung gesteigerte Lebenswärme hervorzurufen; denn eine vermehrte Thätigkeit der Muskeln geht stets mit einer gesteigerten Oxydation oder Verbrennung der Muskelsubstanz und damit vermehrter Wärme-Produktion Hand in Hand. Daher wir auch stets als Folge einer vermehrten Verbrennung in

den Muskeln eine sehr gesteigerte Ausscheidung von Kohlensäure in den Lungen beobachten! Wenn wir also einen Berg besteigen oder sonst eine Arbeit leisten, oder wenn wir unsre Hände reiben, oder wenn wir eine Rede halten und somit Schall-Energie aufwenden, u. s. w., so verbrauchen wir dabei nur die Energie oder Spannkraft der in unsern Körper aufgenommenen und in den betreffenden Muskeln zu Kohlensäure und Wasser verbrannten Nahrung, indem wir dieselbe in lebendige Kraft oder in Wärme und Arbeitsleistung umgewandelt haben.

Fast alle die bisher angeführten Beispiele bezogen sich mehr oder weniger auf den Vorgang der s. g. Reibung oder der gegenseitigen mechanischen Bewegung mehr oder weniger rauher Körper-Oberflächen aneinander, wobei nicht bloß Wärme entwickelt, sondern auch s. g. Cohäsion oder Zusammenhangskraft vernichtet oder aufgehoben wird. Daß sich diese mechanische Arbeit oder gehemmte Bewegung, wie man die Reibung im allgemeinsten Sinne bezeichnen kann, direkt in Wärme umwandelt, war früher unbekannt, obgleich man sehr wohl wußte, daß Wärme dabei entsteht. Aber man glaubte genug gesagt zu haben, wenn man im Sinne der ehemaligen Hypothese des „Wärmestoffs" sagte: Reibung vernichtet Bewegung und erzeugt Wärme, welche letztere, wie man sich vorstellte, aus den umgebenden Massen gewissermaaßen „herausgerieben" worden sei — während man jetzt von der Umsetzung einer Kraft in die andre spricht und eingesehen hat, daß das angebliche Ver-

schwinden der Bewegung oder eines bestimmten Arbeitswerthes nur scheinbar ist, und daß die an sich stets gleichbleibende Kraft nur ihre Erscheinungsweise gewechselt hat. Die äußere Bewegung ist unsichtbar geworden, und die innere Bewegung der Wärme ist an ihre Stelle getreten. Uebrigens ist bei diesen Vorgängen die eigentliche Reibung oder gegenseitige Berührung rauher Körper-Oberflächen nicht einmal nothwendig, um die beschriebene Wirkung hervorzubringen, und kann die Entstehung der Wärme schon durch bloße Fernwirkung oder dadurch erzielt werden, daß die mechanische Kraft irgend einen Widerstand überwindet, ohne daß sich die Flächen gegenseitig berühren. Dreht man z. B. mit Hülfe einer Kurbel eine Metallscheibe zwischen den beiden, der Scheibe sehr genäherten Polen eines kräftigen Elektromagneten, so erhitzt sich die Scheibe dergestalt, daß es unmöglich wird, sie mit der Hand anzufassen. Gleichzeitig empfindet der drehende Arm einen heftigen Widerstand, welcher nachläßt, sobald man den elektrischen Strom unterbricht. Berechnet man die aufgewendete Kraft nach Kilogrammmetern, so erhält man dieselbe Zahl, welche als Werth des mechanischen Aequivalents der Wärme bekannt ist.

Tyndall hat diesen schönen Versuch soweit vervollkommnet, daß er durch schnelle Drehung eines kupfernen Cylinders zwischen den kegelförmigen Polen des Magneten ein leicht schmelzbares, in dem Kupfer-Cylinder enthaltenes Metall binnen zwei bis drei Minuten zum Schmelzen brachte!!

Auch die oben betonte Rauhheit der reibenden Flächen ist kein nothwendiges Erforderniß der Wärme-Erzeugung, da auch glatte und selbst polirte Flächen, wenn sie dicht aufeinander gepreßt und dann aneinander gerieben werden, in manchen Fällen mehr Wärme entwickeln, als rauhe Körper, indem eine größere Zahl von Oberflächen-Theilchen in Berührung miteinander gebracht und folglich die ursprüngliche Bewegung stärker gehemmt wird. So können auch die s. g. Schmiermittel, mit deren Hülfe man die Reibung von Rädern, Maschinentheilen u. s. w. möglichst zu vermindern sucht, ihren Zweck immer nur bis zu einem gewissen Grade, niemals aber ganz erreichen.

Ganz in gleicher Weise, wie die Reibung, bringen alle andern Arten mechanischer und namentlich gehemmter Kraft oder Bewegung, wie Schwere, Druck, Pressung, Fall, Stoß u. s. w., Wärme hervor. An jeder Pendel-Uhr kann man beobachten, wie Schwere in Bewegung und Wärme (da sich die Uhr in Folge ihrer Bewegung erwärmt) umgesetzt wird. Jeder auf den Boden fallende Stein oder jede fallende Kugel erwärmt in Folge gehemmter oder aufgehaltener Bewegung sich selbst und den Boden, auf den sie trifft, letzteren in Folge mechanischer Zusammenpressung. Schon der bloße Schlag eines Hammers auf einen unelastischen Gegenstand, z. B. auf ein Stück Bley oder weiches Eisen genügt zu einer Temperatur-Erhöhung, welche Erhöhung mit Hülfe der für kleine Wärmemengen sehr empfindlichen s. g. thermoelektrischen Säule in Verbindung mit dem Galvano-

meter an den Schwankungen der Nadel mit Leichtigkeit nachgewiesen werden kann. Dennoch würde diese geringe Wärmemenge, wenn wir im Stande wären, sie vollständig aufzusammeln und ohne Verlust wieder anzuwenden, hinreichen, bei ihrer Verwandlung in mechanische Kraft den Hammer wieder zu der Höhe zu heben, von der er herabfiel. Im großen Maaßstabe wenden die Schmiede das s. g. Hämmern des Eisens an, um dasselbe glühend zu machen oder in Gluth zu erhalten. In den englischen Stahl-Fabriken werden Stahlstangen von etwa $^{1}/_{3}$ Meter Länge an dem einen Ende bis zum Rothglühen erhitzt und dann unter dem Maschinenhammer zu dünnen Stangen bis zu dem Zehnfachen ihrer ursprünglichen Länge ausgeschmiedet, ohne daß es nothwendig ist, sie wiederholt in das Feuer zu bringen. Jede Stelle, welche der Hammer mit seinen raschen Schlägen trifft, wird durch diese Schläge derart erwärmt, als ob die Rothgluth an der Stange eine Zeit lang fortliefe. Die dabei erzeugte Wärme würde hinreichen, viele Pfund Wasser zum Sieden zu bringen, während das ursprünglich glühend gemachte Stück vielleicht nur ebensoviele Lothe Wasser bis zu gleichem Wärmegrade erhitzen würde.

Eine Kanonenkugel, welche mit der durch das Pulver ihr ertheilten Kraft oder Geschwindigkeit auf eine Panzerplatte oder die Seite eines Panzerschiffes auftrifft, geräth in Folge der gehemmten äußern und dafür in innere Molekular-Bewegung der kleinsten Theilchen umgesetzten Bewegung in einem Augenblick in eine solche Gluth, daß

ein aufleuchtender Blitz und ein sichtbares Erglühen der getroffenen Stelle dem Zuschauer den Platz verräth, wo der Zusammenstoß stattgefunden hat. Dieses geschieht, wenn die Platte stark genug war, den Stoß der Kugel aufzuhalten. Anders dagegen ist es, wenn die Kugel im Stande war, den Panzer zu durchdringen; hier ist die Temperatur-Erhöhung, weil die mechanische Kraft zum größten Theil erhalten blieb, nur eine mäßige. Dasselbe ist der Fall, wenn beim Aneinanderstoßen zweier elastischer Körper in Folge der inneren Beschaffenheit dieser Körper die mechanische Kraft, statt in Wärme verwandelt zu werden, auf den s. g. Rückstoß verwendet wird. Daher erwärmen sich zwei Kugeln von Bley, welche man gegeneinander laufen läßt und welche nach dem Stoße nebeneinander liegen bleiben, je nach der Stärke des Stoßes, während dieses bei zwei Kugeln von Elfenbein, welche von einander zurückprallen, gar nicht oder nur in sehr geringem Grade der Fall ist. Oder wenn man einen Kautschukball zwischen zwei Wänden hin- und herschlägt, erwärmt er sich kaum merkbar, während eine aus einem Gewehr gegen eine Mauer geschossene Bleykugel so heiß wird, daß sie sich nicht angreifen läßt, oder daß sie sogar theilweise zum Schmelzen kommt. Im ersteren Fall wird die Massenbewegung in Folge der Gegenwirkung der Elasticität fortgesetzt; im letzteren wird sie als solche vernichtet und in Wärme umgesetzt. Auch schon das bloße Herabfallenlassen einer Bleykugel ans der Höhe eines Wohnzimmers auf eine auf dem Boden liegende Eisenplatte genügt, wenn einigemal wiederholt, um die

Anfangs kalte Kugel dergestalt zu erwärmen, daß die Nadel des Galvanometers bei dem Annähern der Kugel an die thermoelektrische Säule augenblicklich abgelenkt wird. Die s. g. Knallsalze entzünden sich bekanntlich schon bei dem geringsten Stoß oder Schlag, während die Percussionspulver dazu eines kräftigeren Stoßes bedürfen. Daß durch die Schwerkraft Wärme entwickelt wird, läßt sich durch Versuche mit s. g. hydraulischen Motoren in Verbindung mit dem Prony'schen Zaum, so zu sagen, handgreiflich darthun [37]).

Wendet man diese Erfahrungen auf die Himmelskörper an, so ist es klar, daß durch deren Zusammenstoßen oder Zusammensturz theils ihrer ungeheuren Massen, theils ihrer großen Geschwindigkeit wegen enorme Mengen von Wärme entwickelt werden müssen. So würde z. B. der Sturz unsrer Erde in die Sonne (ein Ereigniß, welches nach der Meinung der Astrophysiker, wenn auch in noch so ferner Zukunft, doch sicher bevorsteht) nach Tyndall eine Wärmemenge entwickeln, welche hinreichen würde, den Wärme-Verlust der Sonne durch Ausstrahlung auf die Zeit-Dauer beinahe eines ganzen Jahrhunderts zu ersetzen, während der Anstoß des viel größeren Planeten Jupiter denselben Verlust für die Dauer von 32240 Jahren decken würde. Der Merkur würde einen Zuschuß von nur sieben Jahren liefern, und sämmtliche Planeten zusammen würden durch ihren Hineinsturz in die Sonne den Ausstrahlungs-Verlust für circa 50000 Jahre zu ersetzen im Stande sein. Ein auf die Sonne stürzendes Meteor würde nach

der Berechnung von Dr. Mayer daselbst soviel Wärme entwickeln, wie die Verbrennung einer 4000 mal so großen Masse von Steinkohle; ein solches auf die Erde niederstürzendes repräsentirt an Wärmekraft sein doppeltes Kohlen-Gewicht. Das Aufeinanderstürzen zweier Weltkörper müßte im Stande sein, durch die bei dem Stoß entwickelte Hitze diese Körper wieder in ihren Urzustand zurückzuführen, d. h. in Dampf aufzulösen. Prof. Helmholtz (Wechselwirkung der Naturkräfte, S. 31) hat berechnet, daß, wenn die Erde in ihrem Umlauf um die Sonne plötzlich gehemmt oder aufgehalten werden könnte, dadurch eine Hitze entstehen müßte, welche der durch die Verbrennung von vierzehn gleich großen Erden aus reiner Kohle gleichkäme — eine Hitze, welche selbstverständlich hinreichen würde, die Masse des Erdkörper's nicht nur zum Schmelzen zu bringen, sondern sie auch in den dampf- oder luftförmigen Zustand zurückzuversetzen, aus welchem sie ursprünglich hervorgegangen ist [38]).

Nicht minder, wie Schwere, Stoß oder Fall erzeugt die Pressung oder das mechanische Zusammendrücken aller Körper Wärme — einerlei ob diese Körper fest, flüssig oder luftförmig sind — während umgekehrt ein Ausdehnen derselben eine Verminderung der Temperatur oder Kälte zur Folge hat, indem die Wärme der Umgebung behufs Auseinanderweichen der Moleküle des sich ausdehnenden Körpers herbeigezogen und in innere Bewegung verwandelt wird. Drückt man z. B. Luft mit mechanischer Gewalt in einem Gefäß zusammen, so er-

hitzt sich dieselbe, und zwar bis zu einem solchen Grade, daß man Zunder oder Feuerschwamm oder ein mit einer leicht entzündlichen Flüssigkeit getränktes Baumwollen-Bäuschchen, das man an dem Ende eines luftdicht in einer dickwandigen Glasröhre sich bewegenden Kolbens befestigt hat, durch Hinabstoßen des Kolbens zur Entzündung bringen kann — wie dieses in dem s. g. pneumatischen oder Luft-Feuerzeug in der That in Ausführung gebracht ist. Verschließt man ein solches Gefäß, worin sich zusammengedrückte Luft befindet, bis sich dieselbe wieder auf die gewöhnliche Temperatur abgekühlt hat, und läßt sie dann durch eine enge Oeffnung ausströmen, so entsteht durch die starke Abkühlung ein dichter Nebel. Sir Humphry Davy erzählt von einer Maschine in Schemnitz in Ungarn, in welcher die Luft durch eine 260 Fuß hohe Wassersäule zusammengedrückt wurde. Wenn man nun einen Hahn öffnete und der gepreßten Luft zu entweichen gestattete, so entwickelte sich ein solcher Grad von Kälte, daß die wässrigen Dünste in der Luft nicht nur niedergeschlagen wurden, sondern daß sie zu herabfallendem Schnee gefroren, während die Röhre, aus welcher die Luft entströmte, sich mit Eiszapfen bedeckte! Einer der schönsten Versuche dieser Art ist das Gefrieren der zusammengepreßten Kohlensäure bei ihrer Wiederausdehnung zu einem festen Körper oder zu Schnee. Bringt man die Kohlensäure, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen eine sehr beständige Gasart ist, durch Anwendung eines sehr starken mechanischen Drucks in festen, eisernen Gefäßen in den Zustand einer

Flüssigkeit und gestattet ihr dann, durch eine enge Oeffnung zu entweichen, so nimmt die plötzliche Ausdehnung derselben einen solchen Kraftvorrath in Anspruch, daß durch Abgabe dieses Bedarfs seitens des sich ausdehnenden Gases andere Theile desselben sich bis zu einem solchen Grade zusammenziehen, daß sie fest werden und in der Gestalt einer weißen flockigen Substanz oder eines Schnee's von Kohlensäure herabfallen. Diese Substanz ist kalt genug, um Brandwunden auf der sie berührenden Hand zu erzeugen.

Umgekehrt kann man Eis bloß dadurch zum Schmelzen bringen, daß man es einem heftigen mechanischen Druck unter hydraulischen Pressen aussetzt. Dasselbe gilt, wie schon erwähnt, von allen übrigen Körpern. Bringt man ein Stück Holz, eine Bleyplatte oder dgl. unter den Stempel einer hydraulischen Presse, so zeigt das Galvanometer alsbald eine Erhöhung der Temperatur dieser Körper an — wie es denn auch eine bekannte Erfahrung der Münz-Werkstätten ist, daß die Münzen durch den Druck, den sie beim Prägen auszuhalten haben, warm werden. Drückt man Luft unter der Luftpumpe zusammen, so erwärmt sie sich; zieht man umgekehrt einen luftdichten Stempel mit Gewalt aus einer festen Glas- oder Metall-Röhre, so entsteht Abkühlung der darin enthaltenen Luft. Die bekannte Kühle des Zuckerwassers entsteht dadurch, daß die Moleküle des Zuckers sich in Folge der Lösung weiter von einander entfernen und damit dem Wasser einen Theil der in ihm enthaltenen Wärme entziehen oder wegnehmen. Alle Körper-

Moleküle lassen eben, wenn sie sich einander nähern, die Wärme oder Kraft, die sie vorher auseinanderhielt, frei werden, wodurch Hitze entsteht. Oder — mit andern Worten — sie geben in der Form von Wärme die Kraft zurück, welche sie vorher auseinanderhielt. Umgekehrt ziehen sie, wenn sie weiter auseinanderweichen, die Wärme der Umgebung an sich; daher die entstehende Kühle oder Kälte! Die innere Arbeit der Moleküle oder kleinsten Stofftheilchen befindet sich offenbar in einem immerwährenden Widerstreit mit den Banden, welche die Theile der Körper an einander fesseln; und welches auch die Natur dieser Bande sei, so stehen die Wirkungen, welche durch die Wärme hervorgebracht werden, immer im Verhältniß zu der Arbeit, die geleistet werden muß, um sie zu überwinden.

Das großartigste Beispiel dieses Vorganges oder der Wärme-Erzeugung durch Verdichtung oder durch Zusammenrücken der kleinsten Stofftheilchen bietet ohne Zweifel unser himmlischer Central-Körper in Verbindung mit seinem Planetensystem, welcher, wie bekannt, die ungeheure, ihm innewohnende Hitze fast ausschließlich seiner allmähligen Zusammenziehung aus dem Zustand des Urweltnebels verdankt.

Ein Beispiel, welches der hier aufgestellten Regel zu widersprechen scheint, ist die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren oder bei seinem Uebergang in den festen Zustand. Aber der Widerspruch ist nur ein scheinbarer, indem die aus dem gefrierenden Wasser sich bildenden Eiskrystalle kleine Hohlräume zwischen sich lassen, welche

die ganze Masse ausdehnen. Dasselbe geschieht übrigens auch mit andern Körpern, z. B. mit Wismuth, welches Metall, wenn es aus dem geschmolzenen in den festen Zustand übergeht, sich ebenfalls in Folge ähnlicher Vorgänge ausdehnt und die Gefäße, in denen man es fest eingeschlossen hält, durch die Kraft seiner Ausdehnung zersprengt.

Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, wie zahlreich die mechanischen Anlässe zur Entstehung von Wärme sind. Jedesmal, wenn sichtbare Kraft oder Bewegung durch Stoß, Reibung, Druck, Fall, Pressung u. s. w. anscheinend zerstört oder aufgehalten wird, kommt Wärme heraus, was zu dem wichtigen Satze führt, daß das, was an mechanischer Kraft verloren geht, jedesmal an Wärme gewonnen wird. Indessen geht die Bewegung als solche dabei nicht verloren, sondern sie wandelt sich nur aus einer äußeren und sichtbaren in eine innere unsichtbare oder in die Bewegung oder Wärme-Schwingung der kleinsten Stofftheilchen um. B. Stewart vergleicht diesen interessanten Vorgang sehr anschaulich mit einem mit Passagieren angefüllten Eisenbahn-Wagen, welcher mit großer Schnelligkeit dahinsaust und nun plötzlich angehalten oder in seiner Bewegung gehemmt wird. In demselben Augenblicke werden die Passagiere, welche vorher ruhig und ungestört beieinander saßen, wild und regellos durch- und gegeneinander geworfen und auf das Heftigste erschüttert. In gleicher Weise werden die Atome oder Moleküle eines Körpers im Augenblick des Anstoßes oder gehemmter Bewegung heftig gegeneinander stoßen,

wieder zurückprallen und dasselbe Bild von Verwirrung und Aufregung geben, wie die Insassen des in seiner Bewegung gehemmten Eisenbahn-Wagens [39]).

Auf diese Weise drängt alle irdische Massenbewegung mit Nothwendigkeit zu oder nach einer allmähligen Verwandlung in Wärme und damit, wenn auch in noch so entfernter Zeit, nach einer endlichen Ausgleichung aller auf der Erde vorhandenen Kräfte — was zuletzt einen absoluten Stillstand aller Bewegung auf derselben zur Folge haben muß. Im Anfang unsres Planetensystems war wahrscheinlich der gesammte Kraftvorrath in Form mechanischer Kraft oder als progressive Bewegung vorhanden, welche sich mehr und mehr in Wärme umgesetzt hat und fortwährend umsetzt. Im steten Wechsel wird sich nun wahrscheinlich auch der noch übrige Kraftvorrath in Wärme verwandeln; und ist dieses geschehen, so muß die jetzige Weltordnung zu Ende sein und eine andre oder neue an ihre Stelle treten. Doch werden wir hiervon und von der damit zusammenhängenden Theorie des „Weltuntergangs" im weiteren Verlauf dieses Aufsatzes noch eingehender zu berichten haben.

Den Gegensatz zu der Verwandlung von mechanischer Kraft in Wärme bildet die Umwandlung der Wärme in mechanische Kraft oder Bewegung oder die s. g. Arbeitsleistung der Wärme — ein Vorgang, dessen Verständniß dem physikalisch nicht gebildeten Verstande größere Schwierigkeiten entgegensetzt, als der umgekehrte und bereits besprochene Fall. Zwar sehen wir uns allerorten von Beispielen dieser Art umringt,

indem jede durch Wärme oder Feuer bewirkte Ausdehnung eines Körpers, wobei derselbe theils durch Ueberwindung des Luftwiderstandes, theils durch Ueberwindung des Zusammenhangs der Körpermoleküle äußere und innere Arbeit leistet, eine mechanische Bewegung bildet, deren unmittelbare Ursache in der Wärme liegt. Jede Entladung eines Gewehrs, jede Explosion eines Sprengmittels beruht — abgesehen von der zu Grunde liegenden Ausgleichung chemischer Differenz — auf einer durch Wärme bewirkten plötzlichen Ausdehnung der Luft oder gewisser Gas-Arten. Alle unsre Dampf- oder Heißluft-Maschinen, wie alle Arten von Wärmekraft-Maschinen überhaupt sind nichts anderes, als künstliche Apparate oder Veranstaltungen für Verwandlung von Wärme in mechanische Kraft. Für jeden Kolbenhub, welchen die Maschine leistet, für jedes Pfund, das sie hebt, für jedes Rad, das sie in Bewegung setzt, verschwindet eine entsprechende Menge von Wärme. (Tyndall.) Diese Wärme kommt aus dem Feuerraum, wo sie durch die Verbindung des Kohlenstoffs des Heizmaterials mit dem Sauerstoff der Luft erzeugt oder hervorgerufen worden ist, theilt sich von da dem Wasserdampf mit und hebt mittelst des dem letzteren durch die Erwärmung mitgetheilten Ausdehnungsstrebens oder mittelst der Spannkraft der überhitzten Dämpfe, denen der Ausweg nach der freien Luft verschlossen ist, den Kolben des Dampf-Cylinders, dessen hin- und hergehende Bewegung nun durch eine Reihe mechanischer Uebertragungen an den Punkt geleitet wird, wo eine Arbeit zu leisten oder ein Widerstand zu über-

winden ist. Die Kraft selbst ist auf dem ganzen Wege vom Feuer bis in den Dampf-Cylinder erhalten worden, aber sofort verschwunden, sobald der Dampf seine Arbeit geleistet hat. Daher kommt es denn, daß man einen merkbaren Unterschied in der Erhitzung einer leergehenden, d. h. keine Arbeit leistenden, oder gar einer stillstehenden und einer arbeitenden Maschine zu constatiren im Stande ist. Die erstere erhitzt sich weit mehr, als die letztere, da sie nicht, wie diese, einen Theil ihrer bekanntlich in allen Wärme-Maschinen in viel zu großem Maaße erzeugten Wärme-Kraft in mechanische Kraft umzusetzen genöthigt ist. Selbstverständlich ist diese letztere in ihrer Eigenschaft als Wärme dabei verloren gegangen, d. h. in Massenbewegung oder äußere Arbeit umgesetzt worden. Denn mißt man die geleistete Arbeit nach den Grundsätzen der Wärme-Aequivalenz und bestimmt gleichzeitig die in der Maschine und ihren Theilen, sowie in der abkühlenden Vorrichtung verloren gegangenen Wärme-Mengen, so zeigt sich, daß die von der Wärme-Maschine geleistete Arbeit genau der scheinbar verloren gegangenen Wärmemenge äquivalent oder gleichwerthig ist.

Dieselbe interessante Beobachtung hat bereits vor längerer Zeit der schon öfter erwähnte berühmte englische Physiker Rumford an Flintenläufen gemacht, als er fand, daß ein blindgelaufener Lauf beim Losschießen sich stärker erhitzt, als ein scharfgeladener, indem im letzteren Fall ein Theil der beim Verbrennen des Pulvers entwickelten Wärme auf die mechanische Fortbewegung der Kugel verwendet wird, während dieses bei einem blind-

geladenen Gewehr nicht der Fall ist. Rumford stellte seine auf andre Ziele gerichteten Versuche derart an, daß er mit derselben Menge Pulver bald eine, bald mehrere Kugeln abschoß, bald blind feuerte. „Ich hatte", so schreibt er wörtlich, „die Gewohnheit, mit der linken Hand den Gewehrlauf alsbald nach jedem Schuß zu umfassen, um ihn mit der rechten reinigen zu können, und war sehr überrascht zu finden, daß der Lauf bei einer einfachen Pulverladung bedeutend stärker erhitzt war, als wenn ich derselben eine oder mehrere Kugeln hinzugefügt hatte."

An Kanonenläufen kann dieselbe Beobachtung in noch sehr verstärktem Maaßstabe gemacht werden; und es ist interessant zu bemerken, daß die herausgeschleuderte Kugel, wie schon früher mitgetheilt wurde, in demselben Augenblicke, wo sie auf einen widerstandsfähigen Körper, z. B. auf eine Panzerplatte, trifft, ihre ihr durch Vermittlung der Wärme mitgetheilte Bewegungskraft als Wärme, d. h. durch Erhitzung und Gluth, wieder zurückgibt.

Was von den Dampf- oder Wärme-Maschinen, gilt übrigens im Grunde für jede Art von Maschinen oder künstlichen Bewegungskräften, bei denen allen in letzter Linie die Wärme als eigentlicher Motor erscheint. Denn wenn wir durch den Wind unsre Segelschiffe treiben oder unsre Windmühlen drehen lassen, oder wenn wir die Kräfte des fließenden oder herabfallenden Wassers benutzen, um Mühlen und Fabriken in Bewegung zu setzen, so dürfen wir nicht vergessen, daß Winde und

gehobenes Wasser Kinder der Sonnenwärme sind. „Der Unterschied", sagt Clausius, „zwischen einer durch Dampfkraft und einer durch Wasserkraft getriebenen Fabrik oder zwischen einem Dampfschiff und einem Segelschiff besteht nur darin, daß wir in dem einen Falle die Wärme in einer kleinen, künstlich verfertigten Maschine arbeiten lassen, im andern Falle dagegen die große Maschine der Natur benutzen, mit deren gewaltigen Rädern wir unsre kleinen Werke in Verbindung setzen, um sie mittreiben zu lassen."

Ganz gleiche oder ähnliche Verhältnisse, wie die hier geschilderten, bestehen in unserm eignen Körper oder im thierischen Körper überhaupt, indem auch hier überall Wärme und Arbeit im entsprechenden Verhältniß stehn, und fortwährend Arbeit in Wärme oder Wärme in Arbeit umgesetzt wird. Die lebenden Wesen sind in dieser Beziehung, wie man ohne Uebertreibung sagen kann, wahre Dampfmaschinen, indem genaue Versuche gezeigt haben, daß in allen Fällen, wo eine mechanische Arbeit geleistet wird, sich das Athembedürfniß steigert und eine größere Sauerstoffaufnahme statt hat, und zwar in einem solchen Grade, daß Menschen, welche angestrengt arbeiten oder über Berge gehen, die doppelte, ja unter Umständen die 3—5fache Menge von Sauerstoff einnehmen und von Kohlensäure ausathmen, wie ruhende Menschen! Dieser vermehrte Stoffwechsel hat aber vor allen Dingen eine gesteigerte Wärmebildung zur Folge, wie ja jeder arbeitende oder sich bewegende Mensch unzähligemal an sich selbst erfahren hat. Wenn

man nun die Wärmemenge, welche auf solche Weise im menschlichen Körper erzeugt wird, mißt, so findet man sie auffallend geringer, als diejenige, welche das Resultat der erhöhten Verbrennung sein müßte — aus keinem andern Grunde, als weil ein Theil der erzeugten Wärme in mechanische Kraft oder Arbeit umgesetzt worden ist. Ganz derselbe Unterschied der Wärme-Erhöhung, welcher zwischen einer leergehenden und arbeitenden Dampf-Maschine besteht, findet sich auch im lebenden Körper, speziell in dessen arbeitenden Organen oder in den Muskeln wieder. Direkte Versuche haben gezeigt, daß die in einem sich contrahirenden Muskel entwickelte Wärme abnimmt, so bald oder so lange derselbe mechanische Arbeit verrichtet; während sie dagegen augenblicklich steigt, wenn z. B. ein ausgestreckter Arm ein vorher gehaltenes Gewicht fallen läßt — das letztere, weil in diesem Augenblick das Quantum Wärme frei wird, welches vorher zur Arbeitsleistung diente. Daher kommt es denn auch, daß uns bei dem Berg- oder Treppen-Steigen oder nach starkem Laufen die Hitze, wie man zu sagen pflegt, erst dann recht ausbricht, wenn wir Oben angekommen sind, oder wenn wir den Lauf unterbrechen, d. h. wenn die durch die vermehrte Arbeit oder Muskel-Anstrengung gesteigerte Wärme-Produktion des Körpers aufhört, theilweise in mechanische Kraft umgewandelt zu werden. Umgekehrt vermehrt sich die innere Körperwärme, wenn ein Mensch die Treppe hinabsteigt, weil hier zur organischen Arbeit noch die Wirkung der Schwerkraft hinzukömmt. Ununterbrochen

entwickeln oder entbinden der Stoffwechsel und die chemischen Vorgänge im lebenden Körper, welche ja im Grunde nichts anders als eine, durch den in die Lungen aufgenommenen Sauerstoff bewirkte Verbrennung bedeuten, große Mengen von Wärme, welche während des Zustandes der Ruhe als Wärme wieder davongehen, während der Arbeit oder Bewegung aber theilweise als mechanische Kraft erscheinen. Selbstverständlich steigert sich daher in gleichem Verhältniß mit dieser Arbeit auch der Stoffwechsel selbst und das diesem entsprechende Athmungsbedürfniß. Daher die bekannte Erfahrung, daß nach sehr heftigen Muskel-Anstrengungen uns nichts so sehr Bedürfniß wird, als häufiges und tiefes Einathmen. Der einen Berg Ersteigende glaubt noch Kraft in seinen Beinen zu haben; allein es fehlt ihm, wie er meint, an Luft. Wenn das beschleunigte Athmen nicht mehr hinreicht, um die nöthige Menge Sauerstoff herbeizuführen, so tritt das Gefühl der Ermattung oder Ohnmacht ein, das sich erst nach einer gewissen Zeit der Ruhe wieder verliert. F. Mohr (Allgemeine Theorie der Bewegung und Kraft, 1869) erzählt von einem Manne, der sich öffentlich producirte, indem er mittelst einer eignen mechanischen Vorrichtung durch die Anstrengung seiner gesammten Muskeln die Zugkraft zweier Pferde aufhielt. Als das Experiment vorüber war, setzte sich der Mann auf eine Bank und schnaufte so furchtbar nach Luft, daß er keine Antwort auf an ihn gerichtete Fragen geben konnte, sondern nur mit der Hand abwehrend winkte.

Ominus in Paris hat ein recht interessantes Experiment angestellt, um den direkten Zusammenhang zwischen Wärme und Arbeit im menschlichen Körper darzuthun. Ausgehend von der physiologischen Voraussetzung, daß unter sonst gleichen Umständen die Häufigkeit des Pulses bei einem gesunden Menschen im Verhältniß zur Körperwärme steht, beobachtete er, daß das Herz langsamer schlug, wenn er von an Muskelarbeit gewöhnten Personen schwere Gewichte heben ließ, als wenn er die hierbei nöthigen Bewegungen und Muskelanstrengungen von denselben Personen ohne Hebung eines Gewichtes vornehmen ließ. Entzieht man einem präparirten Froschmuskel seine Wärme durch aufgelegtes Eis, so ist er unvermögend, durch seine Contraktion eine ihm angehängte Last zu heben, welche er vor- und nachher mit Leichtigkeit bewältigt. Mit diesen Resultaten stimmt auch die anatomische Erfahrung, daß diejenigen Muskeln des Körpers, welche die meiste und ununterbrochene Arbeit zu verrichten haben, wie z. B. das Herz, das Zwerchfell, die Zunge — die größten Arterien oder blutzuführenden Gefäße zur Unterhaltung ihres regeren Stoffwechsels aufzuweisen haben. Weiter stimmt damit die bekannte Thatsache, daß unter allen Thieren diejenigen, welche, wie die Mehrzahl der Vögel, die größte Bewegungskraft, auch die meiste Wärme entwickeln. Ihre Eigenwärme ist selbst höher als die des Menschen; sie beträgt 41—44 Grade C. Dem entsprechend ist bei ihnen das s. g. Blutleben auf das Höchste ausgebildet; sie haben den schnellsten Puls oder die stärkste Herz-

thätigkeit, und die Athmungsthätigkeit ist bei ihnen mit Hülfe eines sehr entwickelten Athmungssystems sehr energisch. So verbrennt z. B. ein Singvogel verhältnißmäßig elfmal so viel Kohlenstoff, als der Mensch und übertrifft denselben durch sein Athmen um das Zwanzigfache. Zur Unterhaltung dieses gesteigerten Stoffwechsels ist ihr Nahrungsbedürfniß unverhältnißmäßig groß; deßgleichen ihr Bedürfniß nach Schutz vor Kälte. Eine Taube verzehrt verhältnißmäßig zehnmal, ein Huhn sechsmal mehr Nahrungsstoff als der Mensch. Aehnliches wie von den Vögeln gilt von einigen sehr muskelstarken Insekten-Arten. Gleicherweise sind Menschen mit starken Arterien und viel Blut, welche also viel innere Körperwärme entwickeln, zwar sanguinisch und aufgeregt, aber dafür auch weit leistungsfähiger, als Andere, sowohl in körperlicher, wie in geistiger Beziehung — während bei Phlegmatikern das Gegentheil stattfindet. Verhungernde pflegen in der Regel mehr durch Kälte, als durch Nahrungsmangel zu Grunde zu gehen; daher äußere Wärmezufuhr den besten Schutz gegen die nachtheiligen Folgen der Entbehrung gewährt. Nahrung, Wohnung und Kleidung müssen in den kalten und gemäßigten Klimaten den Menschen fortwährend gegen den verderblichen Einfluß der äußeren Temperatur-Entziehung schützen, während der Tropen-Mensch sich in dieser Beziehung einer glücklicheren Unabhängigkeit erfreut.

Nach Allem diesem kann es von Seiten der Wissenschaft keinem Zweifel unterliegen, daß der thierische oder menschliche Organismus im physiologischen Sinne nichts

Anderes, als eine Maschine ist, welche fortdauernd Wärme in Arbeit und Arbeit in Wärme umsetzt, und welche durch die Nahrungsstoffe ebenso geheizt oder unterhalten wird, wie die Wärmekraftmaschine durch die Brennkohle. In Beiden findet eine Verwandlung der in Brenn- und Nährstoffen enthaltenen Energie chemischer Trennung in Energie der Wärme und der sichtbaren Bewegung statt. Wir können eine Dampfmaschine durch die direkte Verbrennung der Substanzen treiben, die wir als Nahrung benutzen; und wäre unser Magen so eingerichtet, daß er Kohle verdauen könnte, so würden wir, wie Helmholtz bemerkt, die lebendige Kraft unsres Körpers aus dieser Substanz entnehmen können. Alle Gelehrten, welche diese Verhältnisse mit Sachkenntniß erkundet und besprochen haben, wie Tyndall, Helmholtz, Grove, Clausius, Stewart, Spiller, Wundt, Fick u. s. w. u. s. w., sprechen sich darüber in gleichem Sinne aus und erörtern den Vergleich mit einer Maschine, während sie der gänzlich unwissenschaftlichen Annahme einer besonderen „Lebenskraft“ Absage thun und betonen, daß diese Vorstellung dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft direkt widerspricht. Auch die von Thieren oder Menschen geleistete geistige Arbeit unterliegt, wie wissenschaftlicherseits gar nicht bezweifelt werden kann, demselben Gesetz und hängt beinahe unmittelbar ab von dem Einfluß des dem Gehirn durch seine großen und zahlreichen Arterien zugeführten Blutes und der Lebendigkeit oder Kraft des dadurch herbeigeführten Stoffwechsels in dem Denkorgan. Daher die Intelligenz in Verbindung

mit dem Thätigkeitstrieb bei einem einzelnen Menschen in der Regel um so reger und lebhafter zu sein pflegt, je näher Herz und Hirn sind, oder je kräftigere und heißere Blutwellen das erstere dem letzteren zuzutreiben im Stande ist, während langhalsige Menschen in der Regel in beider Beziehung den Gegensatz hierzu darstellen. Auch Thiere mit langem Hals, wie Giraffe, Gans u. s. w., bei denen das Blut auf dem Wege vom Herzen zum Gehirn an Wärme, wie an Bewegungskraft verliert, sind in der Regel dumm oder unintelligent. Mit vollem Rechte durfte daher der berühmte englische Philosoph der Entwicklungs-Idee, Herbert Spencer, sagen: „Daß die geistigen Kräfte als unter dasselbe Gesetz von der Umbildung und Gleichwerthigkeit der Kräfte fallend zu denken sind; daß die geistigen Kräfte das Aequivalent physischer Kräfte sind, aus ihnen hervorgehen und sie wiederum erzeugen, ist durch die Wissenschaft längst dargethan. Wie die physischen Kräfte in geistige übergehen, wie eine Kraft, die als Bewegung, Hitze oder Licht existirt, Gegenstand des Bewußtseins werden kann, ist unerklärbar, aber nicht unerklärbarer, als der Uebergang physischer Kräfte ineinander, ja als die Natur von Geist und Stoff selber." *)

Was nun die mechanische Kraft der Wärme in Bezug auf ihr Größen-Verhältniß angeht, so ist diese Kraft eine ganz enorm große und in dieser Größe kaum

---

*) Weiteres über diesen Gegenstand sehe man in des Verfassers „Physiologische Bilder", zweiter Band, Seite 22 u. flgd.

glaubliche. Eine Portion oder ein Quantum Wärme, welches hinreicht, um ein einziges Pfund Wasser um nur einen einzigen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erhitzen, ist im Stande, dreizehn und einen halben Centner Gewicht einen Fuß hoch oder — was dasselbe ist — ein Pfund Gewicht 1350 Fuß hoch zu heben — eine Leistung oder ein Verhältniß, welches man mit dem Namen des „mechanischen Aequivalents der Wärme" zu bezeichnen pflegt. Neuerdings rechnet man übrigens nicht mehr, wie früher, nach Fußpfunden, sondern nach Kilogrammmetern oder Meterkilogrammen, wobei eine Wärmemenge, welche erforderlich ist, um ein Kilogramm destillirtes Wasser von 0° C. auf 1 Grad C. zu erwärmen, eine Arbeit von 424—325 Meterkilogrammen zu verrichten oder 424 Kilogramm Gewicht einen Meter hoch oder — was dasselbe ist — ein Kilogramm Gewicht 424 Meter hoch zu heben im Stande ist. Eine solche Wärmekraft nennt man eine Calorie oder Wärme-Einheit und rechnet darnach eine Wärme-Einheit gleich 424 Arbeits-Einheiten, während ein Kilogrammmeter oder eine Arbeits-Einheit gleich dem 424sten Theil einer Wärme-Einheit ist. [40])

Da man nun mit einem einzigen Pfund reinster Kohle, wenn man sie ohne Verlust verbrennt, achttausend Pfund Wasser um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers erwärmen oder — was dasselbe ist — achtzig Pfund eiskaltes Wasser zum Kochen oder Sieden bringen kann, so ist die Wärme eines solchen Pfundes hinreichend, um einen Centner Gewicht vier und eine

halbe Meile hoch zu heben. Ueberträgt man diese Rechnung auf den menschlichen Körper, so würde nach Tyndall die lebendige Kraft, welche nöthig ist, um einen Bergsteiger von 145 Pfund Gewicht von der Meeresfläche bis auf die Spitze des Montblanc gelangen zu lassen, der Verbrennung von ungefähr nur zwei Unzen Kohle entnommen werden können — abgesehen natürlich von den sonst unnöthigerweise im Körper entwickelten und für den mechanischen Zweck verloren gehenden Wärmemengen. Dieses ist nun eine ganz enorme, riesige, gradezu fabelhafte Leistung, und es wird gegenüber solchen Leistungen leicht begreiflich, daß und mit welchem Rechte man der aus den Tiefen der Erde gegrabenen und eine große Heizkraft in sich bergenden Kohle den Namen des „schwarzen Diamanten" hat beilegen können. Jedes Kilogramm Kohle liefert bei seiner Verbrennung zu Kohlensäure circa 8000 Wärme-Einheiten, birgt also eine Arbeitskraft von mehr als drei Millionen Kilogrammmetern in sich, was einer Zahl von ungefähr 45,000 Pferdekräften (in der Sekunde) entspricht. Oder — mit andern Worten — die durch die Verbrennung dieses Kohlenquantums erzeugte Wärme würde im Stande sein, eine ein Kilogramm wiegende Last bis auf eine Höhe von über 3000 Kilometer zu erheben. Würde dieselbe Last von dieser Höhe herunterfallen, so würde sie umgekehrt durch ihren Stoß auf die Erde eine Wärmemenge zu erzeugen im Stande sein, so groß wie diejenige, welche ein Kilogramm Kohle bei der Verbrennung liefert. Mit den circa hundert Millionen Tonnen

Kohlen, welche man jährlich aus den Kohlenminen Englands hervorzieht, gewinnt man eine Quantität mechanischer Arbeitskraft, welche an das Fabelhafte grenzt. Dabei verlangen diese schwarzen Arbeiter, obgleich sie Tag und Nacht arbeiten und nie ermüden, weder Wohnung, noch Kleidung, noch Nahrung. Leider sind wir nicht im Stande, von diesem enormen Kraft-Reichthum der Kohle den entsprechenden Gebrauch zu machen, da die Einrichtung unsrer Wärmekraft-Maschinen es mit sich bringt, daß sehr große Quantitäten von Wärme nutzlos verloren gehen. Die schwarzen, aus unverbrannten Kohlentheilchen bestehenden Wolken, welche aus den Schornsteinen unsrer Fabriken emporsteigen und sich wie ein schwarzer Nebel über unsre großen Industrie-Städte lagern, sind lauter Anhäufungen verlorner Kraft. Weiter geht durch Abkühlung der Maschinentheile, durch das Entweichen des überhitzten Dampfes oder durch seine Abkühlung in dem s. g. Condensator, durch Ausstrahlung des Feuer-Raum's nach Außen, durch Erwärmung der zugeführten Luft und des zugeführten Wassers bis auf den Siedepunkt, durch Entweichen unverbrannter Gase durch den Kamin u. s. w. soviel Wärme nutzlos verloren, daß wir selbst bei unsern bestconstruirten Dampf- oder Wärmekraftmaschinen kaum auf 10—12 Procent Kraftgewinn aus der freigemachten Wärme rechnen dürfen. Wir werfen nach Grove die gesammte und mehr als die gesammte Wärme fort, welche dazu verwandt wurde, das Wasser bis zum Kochpunkt zu erhitzen. Zwar hat man auf mannichfache Weise oder durch allerlei Ver-

anstaltungen diesen Verlust möglichst zu vermindern gesucht, aber doch nicht mehr erreicht, als die Oben angeführte Verhältniß-Zahl. Günstigere Verhältnisse in dieser Beziehung, als die künstliche Maschine, bietet die natürliche Maschine des thierischen oder menschlichen Organismus, bei welchem statt neunzig nur achzig Procent Wärme-Verlust stattfinden, indem ungefähr ein Fünftheil der producirten Wärme in Muskel-Arbeit oder in mechanische Kraft umgesetzt wird. Schon Graf Rumford hatte dieses so gut eingesehen, daß er bemerkt, daß eine Tonne Heu besser verwerthet werden könne, wenn man ein Pferd damit füttere und es dann arbeiten ließe, als wenn man eine Maschine damit heize. Was die von dem Organismus überflüssig erzeugte Wärme anbelangt, so wird dieselbe in ganz ähnlicher Weise ohne Nutzen für die mechanische Kraftentwicklung verausgabt, - wie von der Maschine, theils durch Ausstrahlung, Leitung und Verdunstung von der Oberfläche der Haut und der Lungen, theils durch Erwärmung der in den Körper eingeführten Nahrungsstoffe, Getränke und Gasarten, sowie der festen und flüssigen Ausscheidungs-Produkte. Helmholtz schätzt die Zahl der (nach 1 Gramm Wasser berechneten) Wärme-Einheiten, welche ein Mensch von 82 Kilogramm Körpergewicht in 24 Stunden producirt, auf 2,700,000. Wären die Oben bezeichneten Verluste nicht, und könnte die Bewegung Tag und Nacht ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, so könnte damit mehr als eine Million Arbeits-Einheiten hervorgebracht werden. Bei großen, sehr muskelstarken Arbeitsthieren stellt sich

das Verhältniß etwas günstiger, als bei dem Menschen. So schätzt Traube das Verhältniß der Muskelarbeit zur Wärmeproduktion bei dem Pferde auf 23 Procent oder etwas mehr als ein Fünftheil.

Aus Allem erhellt, wie gesagt, zur Genüge die außerordentlich große mechanische oder Arbeitskraft der Wärme. Ueberhaupt sind die s. g. Molekulär-Kräfte oder die Kräfte, welche aus den Bewegungen der Moleküle oder Atome oder der kleinsten Theilchen der Materie hervorgehen, und unter denen grade die Wärme die hervorragendste Rolle spielt, so ungeheure, daß sie gradezu als unwiderstehlich zu betrachten sind, und daß z. B. die sonst so mächtige Schwerkraft ihnen gegenüber fast als ohnmächtig erscheint. „Die Schwerkraft", sagt Tyndall, „verschwindet wahrhaft im Vergleich mit diesen Molekular-Kräften; der Zug, welchen die Erde auf das Pfundgewicht als eine Masse ausübt, ist wie Nichts im Vergleich mit dem gegenseitigen Zug von dessen eignen Molekülen." Mit einem sehr glücklich gewählten Ausdruck nennt daher auch derselbe Forscher die Atome oder die fast unendlich kleinsten Theilchen der chemischen Grund-Elemente „travestirte oder verkappte Riesen", gegen deren unwiderstehliche Energie auch die gewaltigsten Widerstände vergeblich ankämpfen. Zolldicke eiserne Flaschen zerbrechen wie Glas unter dem Druck einer geringen Menge von Wasser, welches sich bei dem Gefrieren zu Eis auszudehnen strebt, oder unter der Einwirkung einer kleinen galvanischen Batterie, welche das Wasser in seine luftförmigen Bestandtheile zersetzt; und

die festesten Gesteine oder Felsen werden durch gefrierendes Wasser oder durch das Ausdehnungsstreben hölzerner, in dieselben eingetriebener und mit Wasser befeuchteter Keile zersprengt. Selbst die stärksten Kanonenrohre sind nicht im Stande, dem Ausdehnungsstreben erstarrenden Wassers oder überhitzten Wasserdampfes zu widerstehen, und die unseligen Dampfkessel-Explosionen, welche alljährlich so vieles Eigenthum vernichten, so vielen Menschen Leben oder Gesundheit kosten, machen uns diese Kraft nur allzu anschaulich. Umgekehrt entwickeln eiserne Stangen von hinreichender Dicke, wenn man sie durch Erhitzung ausgedehnt hat und dann wieder durch Abkühlung sich zusammenziehen läßt, eine mechanische Gewalt von solcher Stärke, daß man massive Gebäude, welche drohen, nach Auswärts zu sinken, dadurch wieder grade zu rücken im Stande ist. Die Zuführung einer einzigen Wärme-Einheit oder einer Wärmemenge, welche hinreicht, die Temperatur eines Kilogramms Wasser um 1 Grad C. zu erhöhen, ertheilt der Stange die Möglichkeit, durch ihre darauf folgende Zusammenziehung eine Arbeit von 424 Kilogrammmetern zu verrichten! Niemand wird die Kraft, welche nöthig ist, um 424 Kilogramm oder 848 Pfund Gewicht bis zur Höhe eines Meters emporzuheben, für klein oder gering erachten; und der Geist hat in der That Mühe, sich vorzustellen, daß eine solche Kraft gleichbedeutend mit derjenigen ist, welche ein Kilogramm Wasser um einen einzigen Wärmegrad der hunderttheiligen Skala erhöht! In ähnlicher Weise, wie man Gebäude durch

die Zusammenziehung eiserner Stangen grade gerichtet hat, hat man schwere steinerne Säulen, z. B. Obelisken, durch Benetzen der dieselben haltenden Taue mit Wasser und die dadurch bewirkte innere Zusammenziehung der Taue grade gerichtet. Welchen fast unbesiegbaren Widerstand das sonst so leicht bewegliche oder nachgiebige Wasser der mechanischen Zusammenpressung entgegensetzt, ist bekannt und leicht aus der Construktion der hydraulischen Pressen ersichtlich, mit deren Hülfe man die denkbar stärkste mechanische Gewalt auszuüben vermag. Seine kleinsten Theilchen erlauben es so wenig, daß man sie mit Hülfe mechanischer Gewalt einander näher bringt, daß Wasser, welches in Gefäßen von weichem Metall fest eingeschlossen ist und in diesen Gefäßen einem übermächtigen Druck ausgesetzt wird, durch die Wände des Gefäßes hindurchschwitzt und sich wie ein feiner Thau auf dessen Oberfläche lagert. Täglich und stündlich haben wir Gelegenheit, uns von den riesenhaften Kräften zu überzeugen, welche durch das Ausdehnungsstreben der kleinsten Theilchen des überhitzten Wasserdampfes entwickelt werden; und nur die Gewohnheit hat uns unempfindlich gegen den mächtigen Eindruck dieses wunderbaren Schauspiels gemacht. Die schwimmenden Palläste, welche mit einer früher nicht gekannten Kraft und Geschwindigkeit die Oceane durchfurchen und wie ausgestreckte Riesenarme von Küste zu Küste reichen — die langen Eisenbahn-Züge, welche, mit Waaren und Menschen beladen, täglich an uns vorübergleiten und den Faust'schen Zaubermantel zur Wahrheit gemacht zu haben

scheinen, — die Räder, Bohrer, Meißel und Sägen, welche sich in unsern großen Maschinen-Werkstätten, wie von einer geheimnißvollen Macht getrieben, bewegen und das härteste Holz oder massives Eisen durchschneiden, als ob es weicher Käse wäre, oder zwischen eisernen Walzen die festesten Steine zermalmen mit derselben Leichtigkeit, mit der man Krachmandeln zerbeißt — Alles dieses und so-vieles dem Aehnliche erhält seine bewegende Kraft einzig und allein von den zahllosen Atomen oder Molekülen, welche zuerst im Innern des Feuerofens aufeinander-prallen und durch die dabei entwickelte Wärme die Bewegung auf die kleinsten Stofftheilchen des Wassers und des entwickelten Wasserdampfes übertragen. Noch gewaltiger fast, als die Kräfte des überhitzten Wasserdampfes, wirken die Molekular-Kräfte, welche bei der Entzündung des Pulvers oder Dynamits oder des Knallgases in Thätigkeit treten. Gewaltige eiserne Blöcke verschwinden beinahe oder zerstreuen sich in tausend unsichtbare Splitter unter der einfachen Wirkung einer auf dieselben gelegten und zur Explosion gebrachten Dynamit-Patrone. Die Explosion eines Kilogramms Knallgas erzeugt nach Secchi eine Arbeit von 1,674,336 Meter-kilogramm oder 23,381(?) Pferdekräften — eine Größe, von der wir uns nach Secchi kaum eine Vorstellung machen können. „Wollte man sie mechanisch anwenden, um Wärme zu erzeugen, so würde man soviel in jeder Sekunde hervorbringen können, als wie viel sich entwickelt, wenn sich in derselben Zeit ein Liter Wasser bildet. Sie kommt der Energie der Wärme gleich, welche von einem

Quadratfuß der Sonnen-Oberfläche in einem Zeitraum von fünf Minuten ausgesendet wird! Welche ungeheure Kraft muß sich daher bei der Bildung des Oceans entwickelt haben!“ Und Alles dieses wird vielleicht noch in den Schatten gestellt durch die Wirkung einer Naturkraft oder des Blitzes, welcher innerhalb eines kaum meßbaren Bruchtheils einer Sekunde durch Entfesselung der Molekular-Kräfte seine furchtbar zerstörenden Wirkungen ausübt! Offenbar ist diese enorme Kraftentfaltung der kleinsten Stofftheilchen nur dadurch möglich, daß dieselben in Wirklichkeit fast unendlich klein sind und in Folge ihrer zahllosen Menge durch Summirung ihrer zahllosen Einzelkräfte eine so unwiderstehliche Gesammtkraft hervorbringen.

Das bisher Gesagte mag hinreichen, um daran das wichtige Verhältniß von Wärme und mechanischer Kraft erkennen zu lassen. Aber ganz das Nämliche, was für diese beiden Kraft-Arten in Bezug auf ihre gegenseitige Umwandlung gilt, gilt auch gleicherweise für alle übrigen Naturkräfte. Die ganze Lehre von diesen Naturkräften oder die physikalische Wissenschaft ist dafür nur ein einziges, ununterbrochenes Beispiel. Es mag daher zur weiteren Illustration dieses ewigen Kreislaufs der Kräfte hier nur das Wichtigste in flüchtigen Umrissen hervorgehoben werden.

Was zunächst die mit der Wärme ganz nahe verwandte wunderbare und geheimnißvolle Kraft der Elektricität anlangt, so entsteht dieselbe aus den nämlichen Ursachen oder Kraft-Umwandlungen, welche auch Wärme

hervorrufen, d. h. bald aus mechanischer Thätigkeit oder Bewegung, wie Reibung, Druck, Stoß u. s. w., bald aus der Wärme selbst, bald aus chemischer Thätigkeit. Umgekehrt kann Elektricität Arbeit oder mechanische Bewegung oder Wärme oder chemische Thätigkeit erzeugen. Besonders auffallend zeigt sich die chemische Kraft oder Thätigkeit der Elektricität in der s. g. Elektrolyse oder in der Zerlegung des Wassers in seine beiden Bestandtheile Wasserstoff und Sauerstoff durch die Pole einer elektrischen Batterie. Taucht man die Pole einer solchen Batterie, anstatt sie zusammenzubringen, in ein Gefäß mit Wasser, so beginnt sofort die Zersetzung, und kleine Bläschen von Sauerstoff steigen von dem positiven Pol auf, während Wasserstoffbläschen an dem negativen Pol zum Vorschein kommen. Fängt man beide Gasarten zusammen in einem Gefäß auf, so bilden sie das bekannte Knallgas, welches durch seine Entzündung oder Explosion Wärme, Licht und mechanische Kraft der allerheftigsten Art hervorbringt. In der Batterie selbst aber haben wir ein Beispiel von Umwandlung chemischer Trennung in bewegte Elektricität vor uns, indem das Zink daselbst oxydirt oder verbrannt wird und durch seine Verbrennung ganz in derselben Weise Arbeit erzeugt, wie in der gewöhnlichen calorischen Maschine Arbeit durch Verbrennung der Kohle erzeugt wird. Somit wird die Energie chemischer Trennung des metallischen Zinkes in diejenige des elektrischen Stroms verwandelt.

Ueberhaupt besteht eine so nahe Beziehung zwischen Elektricität und chemischer Kraft, daß bei jedem elektrischen

Strom chemische Zersetzungen oder Verbindungen, und daß bei jedem chemischen Proceß auch elektrische Ströme erzeugt werden. Bei der soeben geschilderten Zersetzung des Wassers in seine einzelnen Bestandtheile, welche sich durch Entzündung oder Verbrennung wieder zu Wasser vereinigen, überwinden wir chemische Kräfte durch chemische unter Vermittlung des elektrischen Stroms. Aber wir können dasselbe Ziel auch erreichen durch Anwendung mechanischer Kräfte, wenn wir den elektrischen Strom durch eine s. g. magnet-elektrische Maschine erzeugen, in welcher durch die mechanische Kraft des die Kurbel drehenden Armes elektrische Ströme hervorgebracht werden, welche die Trennung von Wasserstoff- und Sauerstoff-Gas bewirken. Wie uns die Dampfmaschine chemische Kraft in mechanische verwandelt, so verwandelt die magnet-elektrische Maschine mechanische in chemische. Die bewirkte chemische Trennung kann aber sofort wieder und unmittelbar in chemische Verbindung verwandelt werden, wenn wir an die Stelle des aus Platina bestehenden positiven Poldrahtes einen solchen aus unedlem Metall setzen. Wir erhalten alsdann kein freies Sauerstoffgas, weil sich dasselbe sofort bei seinem Entstehen mit dem unedlen Metall verbindet, welches oxydirt wird, d. h. eine chemische Verbindung eingeht.

Ueberhaupt können wir mit Hülfe des elektrischen Stromes ebenso wie das Wasser eine Menge andrer chemischer Verbindungen in ihre Elemente zerlegen, namentlich die s. g. Oxyde, wobei sich allemal der Sauerstoff am positiven, das Radikal am negativen Pol an-

häuft. Wenn man z. B. ein Stück angefeuchtetes Kali auf Silber- oder Platinblech legt, welches mit dem positiven Pol einer kräftigen Volta'schen Säule verbunden ist, und das Kali mit dem Silber- oder Platindraht des negativen Pols berührt, so erscheinen sehr bald um den Draht kleine metallisch glänzende Kügelchen des Kalium-Metalles, welche sich, mit Wasser in Verbindung gebracht, rasch wieder unter lebhafter Verbrennung in Kalium-Oxyd verwandeln. Und gradeso wie die Sauerstoff-Verbindungen lassen sich auch andre zusammengesetzte Körper durch den elektrischen Strom zerlegen, wobei immer der eine Bestandtheil am positiven, der andre am negativen Pol austritt, so z. B. bei der Zerlegung der Salz- oder Chlorwasserstoff-Säure das Chlor am positiven, der Wasserstoff am negativen Pol u. s. w., u. s. w. Andrerseits werden, wie bereits erwähnt, in den gewöhnlichen galvanischen Batterien elektrische Ströme durch chemische Kräfte erzeugt.

An dem Beispiel des Knallgases wurde gezeigt, wie die Elektricität die Veranlassung zur Entstehung von Wärme, Licht und mechanischer Kraft der allerheftigsten Art werden kann. Aber dieselben Erscheinungen können auch ganz direkt und ohne Zwischenhändler durch die elektrische Kraft in das Dasein gerufen werden. Alle metallischen Drähte, durch welche man einen elektrischen Strom circuliren läßt, erhitzen sich bekanntlich, ein Platindraht z. B. bis zu einem solchen Grade, daß er in wenigen Sekunden rothglühend wird und zu schmelzen anfängt. Diese Eigenschaft der durch Elektricität glühend

gemachten Drähte hat man in vielfacher Weise in der Technik, Chirurgie u. s. w. nutzbar gemacht, z. B. zur Entzündung fernliegender Pulverminen oder zur Ausrottung von tief liegenden und für das Messer nicht erreichbaren Geschwülsten, oder in Amerika zum Fällen dicker Urwaldbäume u. s. w. Taucht man einen solchen durch Elektricität rothglühend gemachten Draht in Wasser, wodurch die Wärme-Entwicklung in demselben gehemmt wird, so überträgt sich die gehemmte Molekular-Bewegung auf eine in die Leitung eingeschaltete Platina-Lampe, welche dadurch dermaßen in Gluth geräth, daß sie fast zu hell für unser Auge wird, während dieselbe sich verdunkelt, sobald der Draht aus dem Wasser herausgehoben wird. Taucht man den Draht tiefer und tiefer in das Wasser, so kann man bewirken, daß die Lampe schließlich durch allzu große Erhitzung und Schmelzung des dieselbe bildenden feinen Drahtgewindes aus Platina erlischt. Auch andre Metalle, wie Zink, Kupfer, Gold u. s. w., kann man durch einen kräftigen elektrischen Strom zum Glühen, Schmelzen und selbst Verbrennen bringen. Ja — der Volta'sche Bogen gibt uns das Mittel an die Hand, die intensivste Hitze hervorzubringen, welche wir überhaupt kennen — eine Hitze, die wir nicht zu messen im Stande sind, da jede Art von Materie durch sie verflüchtigt wird.

Das Eintauchen des glühenden Platina-Drahtes in Wasser hat auch weiter die Folge, daß unmittelbar die chemische Thätigkeit in der Batterie erhöht, d. h. daß mehr Zink gelöst und mehr Wasserstoff in Freiheit gesetzt

wird, indem die Fortführung der Wärme durch das Wasser eine gesteigerte chemische Thätigkeit zu ihrem Ersatze nothwendig macht, gradeso wie man einer größeren Menge von Brennmaterial bedarf, je rascher die Verdampfung von Statten geht. Kehrt man den Versuch um und bringt den Draht anstatt in Wasser in die Flamme einer Spirituslampe, so daß die Kraft der Wärme ihrer Zerstreuung ein größeres Hinderniß entgegensetzt, so finden wir umgekehrt die chemische Thätigkeit in der Batterie verringert. Setzt man den Versuch weiter fort und bringt den Draht in verschiedene andere gasartige oder tropfbar flüssige Mittel, so findet man immer die chemische Thätigkeit der Batterie in demselben Maaße verändert, in welchem die Wärme-Abgabe an das Mittel leichter oder schwerer stattfindet.

Einen hübschen Versuch, welcher die Umwandlung der Elektricität in Wärme erkennen läßt, theilt B. Stewart mit. Versetzt man einen Metallkreisel in schnelle Drehung in der Nähe zweier eiserner Pole, welche mit Hülfe einer Batterie in die Pole eines kräftigen Elektromagneten verwandelt sind, so wird der Kreisel bald zur Ruhe gebracht, grade als ob seine Bewegung durch eine Art unsichtbarer Reibung gehemmt worden wäre — und zwar dadurch, daß in dem als guter Leiter dienenden Kreisel eine Reihe von Nebenströmen entstehen, welche seine Bewegung hemmen und schließlich die Gestalt der Wärme annehmen. Die sichtbare Energie des Kreisels wird hier durch Vermittlung der Elektricität in Wärme verwandelt, und zwar ebenso sicher, als wenn er

durch gewöhnliche Reibung zur Ruhe gebracht worden wäre.

Ebenso leicht, wie Wärme durch Elektricität, wird Elektricität durch Wärme erzeugt. Erwärmt man einen Turmalin-Krystall, so wird er an dem einen Ende seiner krystallographischen Hauptachse positiv, an dem andern negativ elektrisch. Auch andre schlechtleitende Krystalle, wie Boracit, Quarz, Schwerspath, Topas, Titanit u. s. w. zeigen dasselbe Verhalten. Es verschwindet in diesem Falle eine gewisse Menge von Wärme als Wärme, um in Gestalt elektrischer Trennung wieder zu erscheinen. Gleicherweise werden in den s. g. thermoelektrischen Ketten elektrische Ströme durch Wärme erzeugt. Nähert man bei einem s. g. Thermo-Rechteck oder einer aus zwei verschiedenen Metallen gefertigten vollständig geschlossenen Leitung eine Wärmequelle der einen Berührungsstelle, so erfolgt augenblicklich eine Störung des elektrischen Gleichgewichts, und es entsteht in der metallischen Leitung ein Strom, der sich durch die Abweichung einer im Innern aufgestellten Magnetnadel bemerklich macht.

Die Entdeckung der durch Wärme hervorgerufenen Ströme hat zur Construktion des Nobilischen Thermomultiplikators geführt oder eines Instruments, welches erlaubt, die Temperatur mit einer alle früheren Wärmemesser weit übertreffenden Präcision zu messen. Mit Hülfe dieses Instrumentes ist denn auch bewiesen worden, daß in allen Stoffen, die dem Einfluß einer Wärmequelle ausgesetzt sind, außer der schwingenden Bewegung

der Wärme noch eine andre Bewegung stattfindet, welche sich unter günstigen Umständen als ein äußerer elektrischer Strom bemerklich macht, welche aber auch im Innern niemals fehlt.

Ebenso wie Wärme, wird Licht durch Elektricität erzeugt, und zwar Licht der allerintensivsten Art. Der Lichtbogen, welcher durch das Weißglühen von zwei einander genäherten Kohlenspitzen in einem starken Strome hervorgebracht wird, übertrifft an Intensität selbst noch das Drummond'sche Kalklicht und hat neuerdings in der Technik ausgebreitete Verwendung in der Form des elektrischen Lichtes oder der elektrischen Beleuchtung gefunden. Sie liefert das prächtigste Licht, das wir darzustellen im Stande sind. Das Glühen und Leuchten von durch Elektricität erhitzten metallischen Drähten fand bereits Erwähnung; und der durch elektrische Entladung hervorgerufene Blitz vermag die dunkelste Nacht in einem Nu bis zur Tageshelle zu erleuchten. In ihm entwickelt die Elektricität gleichzeitig Licht, Wärme und mechanische Kraft der allerheftigsten Art. Auch die von uns künstlich erzeugten elektrischen Funken, welche bei positiver Elektricität als strahlige Büschel, bei negativer als kleine leuchtende Pünktchen erscheinen, sind Zeugen elektrischer Lichtwirkung. Umgekehrt kann Licht in Elektricität umgewandelt werden. Bringt man zwischen zwei in einem Kästchen befindliche Platinplatten ein mit Jodsilber getränktes Papier und läßt dann durch eine Oeffnung im Kästchen Lichtstrahlen auf die eine Platinplatte fallen, so entsteht (wahr-

scheinlich unter chemischer Vermittlung) ein galvanischer Strom.

Noch inniger sind die von Oersted zuerst klar gelegten Beziehungen zwischen Elektricität und Magnetismus und sehr bekannt durch die Wirkungen des unserm elektrischen Telegraphen-System zu Grunde liegenden Elektro-Magneten. Ebenso bekannt ist, daß der elektrische Strom die Magnetnadel rechtwinklich ablenkt. Besonders interessant und die innige Beziehung beider Kraftarten beweisend ist auch die Thatsache, daß ein schraubenförmig gewundener, freibeweglicher leitender Draht, durch den ein elektrischer Storm cursirt, alle Eigenschaften eines ächten Magneten erlangt, d. h. er zieht Eisenfeile an, stellt sich von Süd nach Nord, und sein Nordende wird von dem Nordpol eines Magneten abgestoßen, von dem Südpol aber angezogen.

Wie Elektricität Magnetismus erzeugt, so erzeugt umgekehrt Magnetismus Elektricität und durch ihre Vermittlung Wärme, Licht, chemische Thätigkeit u. s. w. Auch ganz unmittelbar erzeugt derselbe Wärme und Bewegung, indem, wie Grove gezeigt hat, immer, wenn ein des Magnetismus fähiges Metall magnetisirt, resp. entmagnetisirt wird, die Temperatur desselben steigt und in Folge dessen auch seine Ausdehnung zunimmt. Auch hat man beobachtet, daß eine durch ihr eignes Gewicht schwach gekrümmte Eisenstange sich beim Magnetisiren grade streckt, oder daß sich eine Eisenstange durch Magnetisiren verlängert. Auch ist es wahrscheinlich, daß Magnetismus im wechselnden Zustande unmittelbar chemische

Anziehung und Licht hervorruft. Die innige Beziehung des Magnetismus zur Elektricität und Wärme geht auch daraus hervor, daß, wenn man einen Magneten so lange erhitzt, bis er seine Kraft gänzlich verloren hat, die dabei aufgewendete Wärme grade so viel beträgt, als diejenige, welche der elektrische Strom verloren hat, um den Magnetismus zu erzeugen. Nach Spiller (Die Urkraft des Weltalls, 1876) ist Elektricität nichts anderes, als in Bewegung begriffener Magnetismus, und Magnetismus ist nichts anderes als die in der Spannungslage zur Ruhe gebrachte Elektricität. Auch nach Secchi (a. a. O.) erscheinen die magnetischen Vorgänge nur als spezielle Fälle der elektrodynamischen Wirkungen, und ist die Zurückführung beider Agentien auf dasselbe Princip heutzutage nicht mehr eine bloße Hypothese, sondern mathematisch beweisbar. Man kann nach ihm zufolge den Ampere'schen Entdeckungen nicht bloß Eisen, sondern ganz beliebige Stoffe in Magnete verwandeln, wenn man nur bewirkt, daß Elektricität in geeigneter Weise um die Masse circulirt.

„Wenn Magnetismus", sagt Grove, „wie dieses bewiesen ist, mit den übrigen Kräften oder Zuständen der Materie verknüpft ist, wenn elektrische Ströme stets, wie sie es in Wirklichkeit thun, überall magnetische Kraftlinien rechtwinklig zu ihrer eignen Thätigkeits-Richtung erzeugen, so muß Magnetismus etwas Kosmisches sein, weil da, wo Wärme und Licht vorhanden ist, auch Elektricität und somit auch Magnetismus besteht. Daher muß nothwendig Magnetismus im

ganzen All vorkommen und ist nicht bloß etwas rein Irdisches."

Wo möglich noch inniger, als zu dem Magnetismus, sind die Beziehungen der Elektricität zu dem s. g. Galvanismus. Eine Kette zwischenliegender Erscheinungen hat beide Kraftarten derart mit einander verknüpft, daß man jetzt beide als identisch oder als eine und dieselbe Kraft ansieht, die sich bloß nach dem Grade ihrer Intensität und Quantität unterscheidet, obwohl sie lange Zeit als verschieden angesehen wurden. Daß der galvanische Strom Wärme erzeugen, chemische Zersetzungen bewirken, mechanische Arbeiten leisten kann u. s. w., ist zu bekannt, als daß dieses einer genaueren Auseinandersetzung bedürfte.

Daß endlich und zuletzt bei der engen Verwandtschaft der Elektricität mit der Wärme auch ihre Beziehung zu mechanischer Kraft oder Arbeit eine gleiche oder ähnliche sein müsse, versteht sich von selbst. Alle mechanischen Ursachen, welche Wärme erregen, erregen auch Elektricität, und die älteste und gewöhnlichste Art der Elektricitäts-Erregung besteht in mechanischer Bewegung, wie namentlich die bekannte Reib-Elektrisir-Maschine zeigt. Bloßes Reiben von Metallen oder Glasscheiben oder Siegclack-Stangen oder Peitschen eines Harzkuchens mit einem Fuchsschwanz ruft Elektricität hervor, und der Umstand, daß man Elektricität auf solche Weise in beliebiger Menge und ohne Ende hervorrufen kann, beweist deutlich, daß dieselbe kein Stoff sein kann, sondern auf einer Bewegung der Körper- oder Aether-Moleküle oder beider

zusammen beruhen muß, welche ihren Ursprung nur in einer Umwandlung der angewendeten mechanischen Kraft finden kann. Sichtbare oder äußere Bewegung setzt sich, gradeso wie bei der Wärme, in unsichtbare oder innere Bewegung um.

Auch Druck bringt Elektricität hervor, wie man an einer auf ein Stück Wachstaffet gedrückten Metallplatte beobachten kann; die Platte wird dabei negativ, der Taffet positiv elektrisch. Sogar ein zwischen den Fingern gedrücktes Stück Kalkspath wird positiv elektrisch, und gedrückte oder geschüttelte Platinplatten, welche in eine Flüssigkeit tauchen, lassen einen galvanischen Strom wahrnehmen, welcher fehlt, wenn man sie unberührt läßt. Schon Mayer hat, wie Krebs (Erhaltung der Energie 1877) mittheilt, in seinen ersten Abhandlungen in den vierziger Jahren darauf hingewiesen, daß die große Menge von Elektricität, welche man aus einem Elektrophor durch wiederholtes Annähern und Entfernen des Metalldeckels ziehen kann, nur durch die Umsetzung der beim Heben und Senken des Elektrophor-Deckels verrichteten Arbeit erzielt wird. Auf der Verwandlung von Arbeit in Elektricität beruhen einige höchst wichtige und interessante Apparate, wie die Holz'sche Influenz-Elektrisirmaschine und der Induktor von Siemens.

Daß sich umgekehrt Elektricität in mechanische Arbeit oder Bewegung umsetzen läßt, ist allbekannt und bewiesen durch die Anziehungen und Abstoßungen, welche elektrische Körper sowohl elektrischen, wie unelektrischen Körpern gegenüber hervorbringen, durch das Divergiren

des Elektrometers, durch die Bewegung der magnetischen Nadel oder des elektrischen Windrädchens u. s. w. In den elektromagnetischen Maschinen leistet die Elektricität unter Vermittlung des Magnetismus sehr bedeutende mechanische Arbeit und kann schwere Eisenmassen anziehen oder festhalten. Im elektrischen Telegraphen finden die mechanischen Wirkungen der Elektricität bekanntlich sehr ausgedehnte Anwendung — eine Anwendung, welche in den neuerdings construirten elektrischen Eisenbahnen oder Fahrstühlen in noch weit höherem Grade sichtbar wird. Durch Vermittlung der Wärme kann von der Elektricität jede mechanische Arbeit geleistet werden, welche die letztere auch leistet — vorausgesetzt, daß genügende Mengen davon beschafft werden können.

Ganz dasselbe, was von Wärme, Elektricität, Magnetismus u. s. w., gilt auch von dem Licht oder von jenem wunderbaren Princip, auf welches sich, wie Secchi bemerkt, alle Erscheinungen im Weltall zurückführen lassen. Lange Zeit hat man das Licht nur als ein Agens angesehen, das dazu bestimmt sei, Menschen und Thiere durch den Gesichtssinn mit der Außenwelt in Verbindung zu setzen, während man jetzt erkannt hat, daß es als eines der wirksamsten Naturkräfte mit allen übrigen in innigster Verbindung steht. Seine Thätigkeit ist nicht bloß leuchtender, sondern vor Allem auch wärmender und chemischer Art, wie dieses bereits im vorhergehenden Aufsatz theilweis Erwähnung fand. Die leuchtenden Strahlen des Sonnenspektrums liegen bekanntlich in der ungefähren Mitte desselben, die wärmen-

den und chemisch wirkenden zu beiden Seiten. „Man darf aber dabei nicht denken, daß diese drei Thätigkeiten neben einander herlaufen, wie Kräfte, die ihre Entstehung verschiedenen Principien verdanken, sondern ein und derselbe Strahl kann zugleich leuchten, wärmen und chemisch wirken.“ (Secchi). Die wärmende, wie chemische Kraft ist in der That über das ganze Spektrum vertheilt und äußert sich nur nach den Umständen und nach der verschiedenen Empfänglichkeit der Stoffe, auf welche die Strahlen auftreffen, in verschiedener Weise. Licht ohne Wärme oder chemische Wirkung gibt es nicht. Ganz das nämliche Verhalten in dieser Beziehung, wie das Sonnenlicht, zeigt auch irdisches Licht, z. B. das hellste Licht, das wir erzeugen können, oder das elektrische Licht; es gibt sogar ein Spektrum, das noch reicher ist, als das Sonnenspektrum.

Sehr auffallend ist die chemische Wirkung des Lichtes; unter seinem Einflusse erfolgt bald die Zersetzung chemischer Verbindungen, bald die Vereinigung der Elemente. Werden Silbersalze durch das Licht geschwärzt, so geschieht dieses dadurch, daß sich die Elemente, welche das Salz bilden, von dem Metall trennen und neue Verbindungen eingehen, während das Metall in Form eines sehr feinen schwarzen Pulvers auf der Platte zurückbleibt. Darauf beruht die nach und nach zu so großer technischer, wie wissenschaftlicher Bedeutung gelangte Kunst der Photographie. Und zwar werden nicht bloß die in der Photographie gebrauchten Stoffe durch die Thätigkeit des Lichtes verändert, sondern auch

eine zahlreiche Menge anderer, theils elementarer, theils zusammengesetzter Substanzen. Die Zahl dieser Substanzen ist in der That nach Grove so groß, „daß man nicht mit Unrecht voraussetzen darf, jedweder Stoff werde bei der Aussetzung an das Licht geändert.“

Als bestes Beispiel für die Erzeugung chemischer Verbindung durch das Licht dient die bereits erwähnte Vereinigung des Chlors mit dem Wasserstoff, wobei sich Salz- oder Chlorwasserstoff-Säure bildet, und welche im direkten Sonnenlicht so schnell vor sich geht, daß eine heftige Explosion erfolgt. Läßt man die Vereinigung nur langsam in schwachem Lichte geschehen, so zeigt sich, daß die Intensität des Lichtes abnimmt, wenn dasselbe chemische Verbindungen zu Stande bringt, indem bei der chemischen Arbeit die lebendige Kraft der Lichtwelle aufgebraucht wird.

Am wichtigsten erscheint die chemische Wirkung des Lichtes in dessen Einfluß auf das Pflanzenwachsthum, wobei bekanntlich in Folge eines chemischen Dissolutions-Processes die Kohlensäure der Luft in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegt und der Kohlenstoff in dem Gewebe der Pflanze festgelegt wird, während der Sauerstoff frei wird und sich der Atmosphäre beimengt. Aber indem die chemisch wirksamen Strahlen der Sonne diese Zersetzung in den Blättern der Pflanzen vor sich gehen lassen, verschwinden sie dabei als solche oder werden absorbirt. Daher kommt es, daß so wenige solcher Strahlen von einem durch die Sonne beleuchteten Blatt zurückgeworfen oder durchgelassen werden; und daher

kommt es auch, daß es für die Photographen so schwierig ist, ein Bild von solchen Blättern aufzunehmen. Dieselben erscheinen stets ganz dunkel, da sie keinen Reflex des verschwundenen, weil von ihnen verschluckten oder aufgebrauchten Sonnenlichtes zu liefern im Stande waren. Oder — mit andern Worten — die Strahlen, welche eine chemische Veränderung auf der photographischen Platte hervorgebracht haben würden, sind beinahe sämmtlich von der Pflanze für ihre eignen Zwecke aufgebraucht worden.

So zeichnet, wie Grove geistvoll bemerkt, alles Licht durch den größeren oder geringeren bleibenden Wechsel in der wägbaren Materie gewissermaaßen seine eigne Geschichte auf, indem das Licht, welches wir allnächtlich aus Kohlen oder anderem Brennmaterial erhalten, nichts als eine Wiederholung desjenigen Lichtes ist, welches seiner Zeit durch die Pflanzen aus dem Sonnenstrahl aufgesaugt wurde, und indem auf diese Weise ein vorübergehender Schein längst vergangener Zeiten seine bleibende Spur in der Geschichte der Welt zurückläßt.

Auch in der Färbung des Pelzes oder der Haut der Thiere und in der großen Zahl von sonstigen Tinten oder Färbungen, die es ändert, zerstört oder hervorruft, zeigt sich die chemische Kraft des Lichtes in ähnlicher Weise, wie in dem Wachsthum und der Färbung der Pflanzen.

Zwei in angesäuertes Wasser getauchte und mit einem empfindlichen Galvanometer verbundene Platinplatten zeigen eine Ablenkung der Nadel, sobald eine der

Platin-Oberflächen dem Lichte ausgesetzt wird, was nur von chemischer Thätigkeit herrühren kann. Blaues Licht lenkt stärker ab, als rothes oder gelbes, was beweist, daß nicht die Wärme, sondern nur das Licht Ursache dieser Erscheinung sein kann. — Blausäure unterliegt unter dem Einfluß des Lichtes einer chemischen Veränderung und setzt eine feste, kohlenstoffartige Verbindung ab u. s. w., u. s. w.

Noch weit inniger, als zur chemischen Kraft, sind die Beziehungen des Lichtes zu der Wärme, daher man auch seit lange sich gewöhnt hat, beide Kräfte als eins und dasselbe oder als identisch anzusehen. Ueberall, wo Licht gehemmt, aufgehalten oder verschluckt wird, entsteht Wärme; daher die bekannte Erfahrung, daß schwarze Stoffe, z. B. ein schwarzer Hut, oder gefärbtes Wasser unter der Einwirkung des von ihnen aufgenommenen Lichtstrahls sich stärker erwärmen, als solche Körper, welche denselben mehr oder weniger zurückwerfen. Auch das Licht, welches die entferntesten Sterne aus den unendlichen Tiefen des Weltraums zu uns senden und dadurch die Nacht zum Tage machen würden und müßten, wenn nicht ein Widerstand des diesen Raum erfüllenden Mediums existirte, kann auf diesem Wege nicht verloren gehen, sondern muß sich in eine bestimmte Menge von die Temperatur des Weltraums erhöhender Wärme umwandeln.

Umgekehrt verwandelt sich jede Art von Wärme in Licht, sobald sie über einen gewissen Grad hinaus gesteigert wird. Unter 500 Grad C. sind es nur dunkle Wärme-

strahlen, welche ein heißer Körper, z. B. ein erhitzter eiserner Stab, aussendet; darüber hinaus sind es solche, welche denselben dunkelrothglühend erscheinen lassen. Mit der Zunahme der Wärme und dem Wachsen der Anzahl der Aetherschwingungen kommen dann nach und nach die Farben des Regenbogens von Gelbroth bis zu Violett zum Vorschein, welche sich zuletzt zur s. g. Weißgluth vereinigen, und wobei der erhitzte Körper alle Farbentöne aussendet, welche den Schwingungszahlen 478—760 Billionen in der Sekunde entsprechen. Bei gewöhnlicher Temperatur eines Körpers machen dessen Aether-Atome etwa 300 Billionen Schwingungen in der Sekunde; mit dem Steigen derselben bis zur Schmelzhitze des Basalts und Platins, d. h. bis zu 1700—2000 Grad C., erreichen sie die Höhe von 800 Billionen. Ein mäßig erwärmtes Platinablech gibt Anfangs nur die Empfindung erhöhter Temperatur, welche sich leicht an einer in der Nähe befindlichen Thermosäule erkennen läßt. Bald jedoch verändert es mit Zunahme der Erhitzung seine Farbe, wird erst dunkelroth, dann hellroth und schließlich vollkommen weiß. Auch bemerkt man auf der bestrahlten Seite der Thermosäule einen hellen Schein, und kleine Stäubchen, welche vor dem Platinblech sich herbewegen, fangen an sichtbarer zu werden, indem jetzt Licht und Wärme vereint auftreten. Gasarten kann man zu einer sehr hohen Temperatur erhitzen, ohne daß sie in bedeutendem Grade leuchtend werden; sobald man aber einen festen Stoff, z. B. Platina, hineinbringt, wird augenblicklich durch Verwandlung der Wärme Licht erzielt. Aus Allem Dem

geht hervor, daß Licht und Wärme, welche in dem Sonnenstrahl, wie in jedem Strahl einer Flamme oder eines künstlichen Lichtes vereinigt auftreten, im Grunde das Nämliche sind, und daß ihre Verschiedenheit nur auf der Verschiedenheit der Zahl der Aetherschwingungen oder der durch diese hervorgerufenen Schwingungen der Körper-Moleküle, durch die sie hervorgebracht werden, beruht. Die Trennung beider liegt wahrscheinlich nur in der Eigenthümlichkeit unsres Auges, welches seiner Organisation nach nicht fähig ist, alle vorkommenden Aetherschwingungen als Licht zu empfinden, sondern nur solche Schwingungen wahrnimmt, deren Geschwindigkeit innerhalb bestimmter Grenzwerthe liegt. Wärme bildet somit einen Theil des Lichtes, Licht einen Theil der Wärme; und der scheinbare Verlust bei der Absorption des Lichtes bedeutet nur eine Umsetzung rascherer Schwingungen in langsamere oder von Aetherschwingungen in Schwingungen der Moleküle.

Daß Licht durch Vermittlung der Wärme auch mechanische Bewegung erzeugen kann, braucht kaum besonders erwähnt zu werden. Vielleicht erzeugt es dieselbe auch unmittelbar, wie in der bekannten „Lichtmühle." Ebenso unzweifelhaft wird Licht durch Bewegung erzeugt, entweder unmittelbar, wie da, wo es die durch Reibung hervorgerufene Erhitzung begleitet (ein sehr alltägliches Beispiel geben unsre Zündhölzchen), oder mittelbar durch die mittelst Reibung erzeugte Elektricität u. s. w. Durch Elektricität, Wärme, chemische Kraft, Bewegung steht das Licht aber auch mit allen noch übrigen Kräften selbstver-

ständlich in engster Beziehung und erscheint somit als eine Urkraft, welche fähig ist, mittelbar oder unmittelbar die übrigen Arten von Kraft hervorzurufen. Dem englischen Physiker Grove ist es gelungen, einen sehr sinnreichen Apparat zu construiren, mittelst dessen nicht weniger als fünf verschiedene Kräfte oder Kraftarten (Chemische Thätigkeit, Elektricität, Magnetismus, Wärme, Bewegung) nacheinander aus dem Licht als anfänglicher Kraft hervorgerufen werden.[41]) Verfolgt man diesen Gang rückwärts, so kann man mit Leichtigkeit nachweisen, wie Licht aus Elektricität, Elektricität aus Bewegung, Bewegung aus Wärme, Wärme aus chemischer Affinität ꝛc. entsteht; überall begegnen wir einem bald leicht zu enträthselnden, bald mehr oder weniger dunklen Chaos von wechselnden Kraft-Formen.

Dieser Wechsel oder Kreislauf zeigt sich gleicherweise, wie an den bisher besprochenen Kraftarten, auch an der Kraft der chemischen Affinität, vermöge welcher ungleiche Stoffe sich zu vereinigen und Verbindungen zu bilden streben, welche im Allgemeinen eine von ihren Bestandtheilen verschiedene Beschaffenheit besitzen. Daß fast alle chemische Thätigkeit von Elektricität begleitet ist, und daß wir letztere unmittelbar aus ersterer zu gewinnen im Stande sind, wurde schon angeführt. Jede Volta'sche Säule, jeder Induktions-Apparat, jede galvanische Batterie ist eine Veranlassung zur unmittelbaren Erzeugung von Elektricität aus chemischer Thätigkeit. Es gibt kaum eine chemische Thätigkeit, welche nicht Elektricität zu entwickeln vermöchte; die Oxydation

der Metalle, die Verbindung von Sauerstoff mit Wasserstoff u. s. w. können zu Quellen der Elektricität werden. Und je kräftiger eine chemische Thätigkeit ist, um so kräftiger ist auch die daraus entstehende elektrische Thätigkeit. Da aber Wärme, Licht, Magnetismus oder Bewegung durch die Anwendung eines elektrischen Stromes erzeugt werden können, so erhalten wir auch diese Kräfte aus chemischer Thätigkeit. Wir erhalten sie indessen auch ohne diese Zwischenhändler. So ist es ein bekannter Erfahrungssatz, daß alle chemischen Vereinigungen ohne Ausnahme Wärme hervorbringen, und daß bei jeder chemischen Verbindung eine bestimmte und unveränderliche Menge von Wärme entwickelt wird. Und in der Regel sind diejenigen Verbindungen die festesten, welche bei ihrer Entstehung die größte Zahl von Wärme-Einheiten entwickeln; daher auch die Menge der erzeugten Wärme um so geringer ist, je complicirter die Verbindungen werden. Eines der gewöhnlichsten und fast täglich zu beobachtenden Beispiele für die Erzeugung von Wärme aus chemischer Thätigkeit ist die Erhitzung des Wassers bei dem s. g. Kalklöschen oder bei der chemischen Umwandlung des Calcium-Oxyds in Kalkhydrat. Oft entsteht auch Licht und große mechanische Kraft, wie z. B. bei der Entzündung des Schießpulvers, in welchem chemische Affinitäten oder Verwandtschaftskräfte unbefriedigt neben einander liegen. Aber sobald der entzündende Funke hinzukömmt, wird die chemische Differenz ausgeglichen, und Wärme, Licht und mechanische Kraft kommen dafür zum Vorschein. In noch weit höherem

Grade, als bei dem durch Schießpulver erzeugten Lichtblitz, wird Licht durch chemische Thätigkeit hervorgerufen, wenn wir Phosphor in Sauerstoffgas verbrennen, was bekanntlich ein sehr blendendes Licht erzeugt. Ueberhaupt ist jede Art von Verbrennung nichts Anderes, als eine Umwandlung von chemischer Verbindung oder chemischer Thätigkeit in Licht und Wärme — vorausgesetzt, daß die Verbindung rasch genug vor sich geht. So beruht das Rosten des Eisens ebenfalls auf dem Zustandekommen einer chemischen Verbindung; aber dieselbe geht so langsam vor sich, daß die dabei entwickelte geringe Wärmemenge sich zerstreut und nicht bemerkbar wird. Unsre Oellampen, wie überhaupt alle unsre Beleuchtungs-Apparate sind nichts Anderes, als Veranstaltungen, um aus einem chemischen Vorgang Licht und Wärme zu entwickeln. Mitunter sehen wir dabei auch bloß Licht ohne nachweisbare Wärme entstehen, wie bei der s. g. Phosphorescenz mancher Körper, deren Wesen in einer sehr langsamen Verbrennung oder Oxydation besteht. Sehr große Mengen von Wärme und Licht auf einmal können wir durch Verbrennung des Knallgases oder einer Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff erzeugen. Lassen wir diese Wärme eine Maschine treiben, so erhalten wir aus chemischer Thätigkeit mechanische Kraft, und aus ihr wieder alle übrigen Kräfte. Es ist stets dieselbe Kraft, nur unter verschiedener Form. Wenn bei dem Vorgang der Verbrennung die Kohlenstoff- und Sauerstoff-Atome auf einander losgestürzt sind und sich in chemischer Verbindung

zu Kohlensäure vereinigt haben, so müssen die neugebildeten Theilchen der Kohlensäure in heftigster Molekular-Bewegung, d. h. in Wärmebewegung sich befinden. Das Umgekehrte findet statt, wenn bei chemischen Zersetzungen oder Trennungen die vorher genäherten Atome auseinandergerissen werden und durch Herbeiziehen der Wärme der Umgebung und Umwandlung derselben in mechanische Bewegung Kälte oder verminderte Wärme erzeugen. Das beste oder interessanteste Beispiel hierfür bietet der schon öfter citirte Vorgang des Pflanzenwachsthums, wobei durch den Einfluß der Sonnenstrahlen die Kohlensäure der Luft in ihre chemischen Bestandtheile zerlegt oder auseinandergerissen wird. Die berühmte und wohlthätige Kühle des Waldes beruht nicht bloß, wie die meisten Menschen meinen, auf einem von den Blättern der Bäume gewährten Schutze gegen die Sonnenstrahlen, sondern wird, abgesehen von der durch Wasserverdunstung an der Oberfläche der Blätter erzeugten Wärme-Absorption, hauptsächlich dadurch erzeugt, daß Licht und Wärme der Sonnenstrahlen eine Umwandlung in chemische Dissolution oder Trennung erfahren. Die lebendige Kraft der Sonnenstrahlen wird aufgebraucht, um eine mechanische Arbeit zu leisten oder um die Atome des Sauerstoffs und Kohlenstoffs in eine größere Entfernung von einander zu rücken — eine Arbeit, die sich nach Secchi mit der Entfernung eines schweren Körpers von einem Planeten vergleichen läßt.

„Fallen die Sonnenstrahlen auf eine Sandfläche“, so setzt der berühmte Tyndall auseinander, „so erhitzt

sich dieselbe und strahlt schließlich die Wärme wieder aus, welche sie empfangen hat; fallen dagegen dieselben Strahlen auf eine Waldfläche, so wird die Wärmemenge, welche dieselbe zurückstrahlt, kleiner sein, als die, welche sie aufgesaugt hat; denn die Kraft eines Theils der Sonnenstrahlen ist darauf verwendet worden, die Bäume wachsen zu machen." [42])

Unter den allgemeinen Begriff der Bewegung fällt auch der Schall, welcher nichts Anderes, als eine schwingende oder zitternde Bewegung elastischer Körper ist; und Alles, was über mechanische Arbeit oder Bewegung gesagt worden ist, findet daher auf ihn gleicherweise Anwendung. Die Schallschwingungen können übrigens nicht bloß durch fortschreitende Bewegung anderer Körper, sondern auch durch Wärme, Elektricität, chemische Processe u. s. w. hervorgerufen werden, wenn auch die letztgenannte Umwandlung nicht immer direkt oder unmittelbar vor sich geht. Umgekehrt kann der Schall mechanische, thermische, elektrische u. s. w. Erscheinungen hervorbringen. Wer hätte z. B. noch nicht das Hüpfen des Sandes auf angestrichenen Glasscheiben oder das Abspringen der eine tönende Glocke berührenden Holzkügelchen und Aehnliches beobachtet! Das mechanische Aequivalent des Schalles ist übrigens noch nicht gefunden worden.

Diese Beispiele und Erfahrungen aus dem unendlichen Kreislauf der Kräfte, welche beliebig hätten vermehrt werden können, mögen genügen, um daran das große Gesetz von der Erhaltung oder Unsterblichkeit der

Kraft erkennen zu lassen. Einer Vermehrung dieser Beispiele bedarf es nicht, da die ganze Physik und Naturwissenschaft gewissermaaßen ein einziges Beispiel bilden, und da die Forschung bis jetzt nirgendwo eine wirkliche Ausnahme oder einen Widerspruch gegen das Gesetz zu constatiren im Stande gewesen ist, weder bei den s. g. lebendigen oder Bewegungs-Kräften, noch bei den s. g. ruhenden oder Spann-Kräften. Auch das organische Leben, für welches man früher Ausnahms-Gesetze statuiren zu müssen glaubte, macht in Wirklichkeit, worauf schon öfter hingewiesen wurde, keine solche Ausnahme, sondern fügt sich gleicherweise in den großen, durch das Gesetz von der Erhaltung der Kraft beherrschten Verwandlungs-Ring, dessen strenge Gesetzlichkeit nie und an keinem Orte unterbrochen wird oder unterbrochen werden kann. Erhaltung der Kraft, Erhaltung des Stoffs, dabei unaufhörlicher Wechsel der Bewegung und Arbeit, oder — mit andern Worten — ewiger Wechsel der Form bei ewiger Beständigkeit des Stoffes und der Kraft — dies ist das letzte Wort der heutigen Naturwissenschaft. Alle Kräfte der Natur ohne Ausnahme lassen sich in letzter Linie zurückführen auf B e w e g u n g und M a t e r i e, und wir sind damit wieder zu jener Naturphilosophie zurückgekehrt, zu welcher sich schon Galilei bekannte, und welche alle Veränderung in der Natur aus einer anderen Anordnung der Theile oder aus einer Umwandlung der Bewegung erklärt.

Diese Erfahrungen und Betrachtungen haben die Physiker mehr und mehr zu der interessanten Vermuthung

geführt, daß alle Arten von uns bekannten Naturkräften vielleicht nur verschiedene Modificationen oder Formen oder Erscheinungsweisen einer und derselben Grundkraft seien, oder daß Das, was wir bisher als vereinzelte und besonders wirkende Kräfte betrachteten, eigentlich nur verschiedene Zustände einer einzigen Kraft seien. Eigentlich ist diese Vermuthung gegenwärtig schon keine bloße Vermuthung mehr, sondern bereits zur halben Wirklichkeit geworden, indem das Experiment zeigt, daß wenn man in einem Körper eine gewisse Kraft erregt, sich sofort auch fast alle andern Kraftarten thätig zeigen. Elektrisirt man z. B. schwefelsaures Antimon, so wird dasselbe gleichzeitig magnetisch und in größerem oder geringerem Grade, je nach der Intensität der elektrischen Kraft, erwärmt. Wird die letztere Kraft noch gesteigert, so tritt zu der Wärme Licht hinzu, indem der Körper bei einem bestimmten Punkte leuchtend wird. Außerdem entwickelt er Bewegung durch Ausdehnung und endlich chemische Thätigkeit, indem er sich zersetzt. Also sind auf einmal in dem Körper und durch dieselbe Ursache sechs verschiedene Kräfte thätig geworden. Auch mit Metallen kann man dasselbe Experiment mit demselben Erfolg vornehmen; nur bleibt es zweifelhaft, ob auch chemische Thätigkeit entwickelt wird, obgleich bewiesen ist, daß Metalle, die man elektrisirt hat, ihre molekuläre Beschaffenheit dauernd ändern*). Wahr-

*) Man vergl. über diesen Punkt des Verfassers Schrift „Kraft und Stoff", 14. Aufl., Anm. auf Seite 4 und 5.

scheinlich verhalten sich alle Stoffe in dieser Beziehung gleich, und werden bei Erregung irgend einer Kraft einige der übrigen mit entwickelt. Und es würden es alle werden, wenn, wie Grove bemerkt, sich der Stoff unter günstigen Bedingungen zu ihrer Entwicklung befände, oder wenn unsre Mittel zu ihrer Erkennung hinlänglich empfindlich wären!! Jede Kraftform ist fähig, die übrigen zu erzeugen, und keine von ihnen kann anders als durch eine andere ihr vorangegangene Kraft hervorgerufen werden.

So erscheint, wie Helmholtz auseinandersetzt, dieselbe und an und für sich von Ewigkeit zu Ewigkeit in unvergänglicher Größe fortwirkende Kraft im bunten Wechsel der Erscheinungen bald als lebendige Kraft bewegter Massen, bald als regelmäßige Oscillation in Licht und Schall, bald als Wärme oder unregelmäßige Bewegung der unsichtbar kleinen Körpertheilchen, bald in Form der Schwere zweier gegen einander gravitirender Massen, bald als innere Spannung und Druck elastischer Körper, bald als chemische Anziehung oder elektrische Ladung oder magnetische Vertheilung. Schwindet sie in einer Form, so erscheint sie sicher in einer andern; und wo sie in neuer Form erscheint, sind wir auch sicher, daß eine ihrer andern Erscheinungsformen verbraucht ist.

Unter solchen Umständen kann man schließlich das Wort „Kraft" nicht mehr anders definiren, denn als Bewegung der Atome oder der kleinsten Körpertheilchen; und es wäre vielleicht besser, wenn man den

ersten Ausdruck ganz fallen lassen und das Wort „Bewegung“ an seine Stelle setzen würde. Wenigstens kann man dieses mit Bestimmtheit behaupten für alle s. g. lebendigen, aktuellen, kinetischen oder Bewegungskräfte, während für die ruhenden, potentiellen, statischen oder Spannkräfte (zu denen Schwere oder allgemeine Anziehungskraft, Cohäsion, chemische Differenz zu rechnen sind) das Wort „Kraft“ vorerst und so lange bestehen bleiben mag, als nicht auch für diese Kräfte ihre Entstehung aus wirklicher Bewegung der kleinsten Stofftheilchen mit Bestimmtheit nachgewiesen ist. [43])

Da nun aber Schwere oder Spannkraft jeden Augenblick in lebendige Kraft oder Bewegung umgesetzt werden kann — wie man dieses für die Schwere an jeder Pendeluhr oder jedem fallenden Körper, für die Elasticität an dem Loslassen einer gespannten Feder, an jeder Armbrust, an jeder Taschenuhr, an jeder Windbüchse, oder an der gewaltigen Arbeit, welche zusammengepreßte Luft zu leisten im Stande ist, für die chemische Differenz endlich an der gewaltigen Kraft des Schießpulvers, des Dynamits oder des Knallgases oder an jedem beliebigen Verbrennungsvorgang zu beobachten im Stande ist — so ist auch hier weder eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetz von der Erhaltung der Kraft, noch ein wesentlicher Unterschied von den übrigen Kraftverwandlungen zu constatiren. Alle verschiedenen Kraftarten sind wohl nur Modifikationen derselben Schwingungen der Atome oder der kleinsten Stofftheilchen, welche erscheinen bald als Wärme, bald als Licht, bald

als Elektricität oder Magnetismus, bald als chemische Thätigkeit, bald als Anziehung u. s. w., u. s. w. „Es gibt", sagt Wüllner (Der Wechsel und die Erhaltung der Kraft, 1860) „nur eine Thätigkeit in der Natur, Bewegung, und alle die mannichfachen Erscheinungen sind nur verschiedene Formen derselben."

Es muß an dieser Stelle wiederholt werden, daß alle Umwandlungen der Kräfte ohne Ausnahme nach dem Gesetz der Aequivalenz oder Gleichwerthigkeit vor sich gehen, so daß im Großen und Ganzen nichts gewonnen und nichts verloren wird. Wo ein Verlust an Kraft stattfindet, da ist dieser Verlust nur ein scheinbarer, indem die Kraft nur in der vorliegenden Form verloren gegangen, aber in irgend einer andren, die nicht immer klar vor Augen liegt, wieder erschienen ist. Wenn wir uns z. B. einander kräftig die Hände drücken, so wird man glauben, daß Kraft verloren sei und kein weiterer Wechsel darauf erfolge. Aber mit Nichten! Die Wärmebildung im Muskel, die Schnelligkeit der Athmung, der Stoffwechsel in den Lungen haben eine kleine Steigerung erfahren und eine Mehrausgabe an Kraft veranlaßt, die wir durch vermehrte Nahrungszufuhr wieder zu ersetzen genöthigt sind. Oder wenn wir eine Feder gespannt oder ein Gewicht auf eine gewisse Höhe gehoben haben, so ist die dabei geleistete Kraft oder Arbeit nicht verloren oder vernichtet oder verschluckt, wie es auf den ersten Anblick scheinen mag, sondern sie ist nur für unbestimmte Zeit zur scheinbaren Ruhe gebracht und kann jeden Augenblick durch Loslassen

der Feder oder durch Fallenlassen des Gewichts wieder zum Vorschein gebracht werden. [44])

Am leichtesten ist das Gesetz der Aequivalenz an der Wärme nachzuweisen; und es ist eine durch Rechnung bewiesene Thatsache, daß das durch die chemische Trennung eines Körpers verzehrte oder absorbirte Wärmequantum ganz genau demjenigen gleich ist, welches bei der Bildung dieses Körpers aus seinen chemischen Bestandtheilen aufgewendet wurde. Wenn man z. B. Wasser mit Hülfe der Elektricität in seine Bestandtheile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, so kann durch deren Verbrennung genau so viel Wärme erzeugt werden, als dem elektrischen Strom, der aufgewendet wurde, gleichwerthig ist — abgesehen natürlich von kleinen und unvermeidlichen Nebenverlusten oder Zerstreuungen. Oder wendet man eine Tonne Kohle, deren Verbrennung uns eine genau bestimmte Wärmemenge liefert, dazu an, um eine Dampfmaschine in Bewegung zu setzen, und sammelt alle Wärme, welche theils in der Maschine und in dem Condensator verbreitet ist, theils durch Strahlung und Berührung mit der Luft verloren ging, so wird man finden, daß dieser Wärmebetrag geringer ist, als derjenige, der durch die Verbrennung der Tonne Kohle erzeugt worden wäre. Dieser Minderwerth aber entspricht genau der Größe der von der Maschine geleisteten mechanischen Arbeit. „Angenommen, diese Arbeit bestehe darin, ein Gewicht von 7720 Pfund einen Fuß hoch zu heben, so wird die von der Kohle erzeugte Wärme um einen Betrag, der grade hinreichen würde, um ein Pfund

Wasser um 10 Grad F. zu erwärmen, hinter ihrem Maximum zurückbleiben." (Tyndall.)

Ganz dasselbe, was für die Wärme, gilt aber auch in gleicher Weise für alle übrigen Kräfte; „und dieses führt zu dem nothwendigen und unvermeidlichen Schluß, daß eine jede der Kräfte nach ganz bestimmten Werthverhältnissen in irgend eine andere verwandelbar sei, und daß, wo uns der Versuch dieses Aequivalent nicht vollständig angibt, die Ursache davon in einer Zerstreuung — nicht in einem Verlust — durch Verwandlung in andere, unbekannt bleibende Kräfte bestehen müsse. Das Aequivalent bildet die in der Wirklichkeit nie erreichte Grenze." (Grove.)

Aus Allem diesem folgt, daß keine Kraft anders entstehen kann, als durch das Ablaufen einer vorher bestehenden Kraft, und daß nirgendwo oder nirgendwie eine Bewegung anheben kann, wenn nicht irgendwo anders eine gleichwerthige aufgehört hat. Weiter folgt daraus, daß die Summe der Kraft im Großen und Ganzen oder im Weltall eine absolut unveränderliche ist und sich im Grunde stets gleich bleibt, so sehr sich auch die Werthe der einzelnen Posten verändern mögen. Es ist ebenso unmöglich, Kräfte, Energien oder Arbeiten zu vernichten oder neu zu erschaffen, wie Atome oder Stoffe; dem ewigen Kreislauf der letzteren entspricht der ewige Kreislauf der ersteren.

„Daraus folgt", sagt Helmholtz, „daß die Summe der wirkungsfähigen Kraftmengen im Naturganzen bei allen Veränderungen in der

Natur ewig und unverändert dieselbe bleibt. Alle Veränderung in der Natur besteht darin, daß die Arbeitskraft ihre Form und ihren Ort wechselt, ohne daß ihre Quantität verändert wird. Das Weltall besitzt ein für alle Mal einen Schatz von Arbeitskraft, der durch keinen Wechsel der Erscheinungen verändert, vermehrt oder vermindert werden kann, und der alle in ihm vorgehende Veränderung unterhält." [45]) —

Wenn nun Alles dieses richtig ist, wenn keine Kraft vernichtet oder neu erzeugt werden kann, sondern wenn jede Kraftwirkung oder Kraftentfaltung nur aus einem an sich unveränderlichen, ewig sich gleich bleibenden Kraftvorrath schöpft, so entsteht die große und wichtige Frage:

Woher kommt denn die Summe der auf der Erde vorhandenen oder wirksamen Kräfte? Da aus Nichts Nichts wird oder werden kann, und da bewiesen ist, daß Kräfte sich in dieser Beziehung gerade so verhalten, wie Stoffe, und daher auf ihre Herkunft untersucht werden können und müssen, so muß irgend eine Quelle vorhanden sein, aus welcher der irdische Kraftvorrath stammt und sich ergänzt.

Auch auf diese hochwichtige Frage hat die Wissenschaft eine ganz bestimmte Antwort. Sie lautet: Von der Sonne!

Alle Naturforscher und Gelehrten sind heutzutage einstimmig in ihrem Urtheil darüber, daß alle auf der Erde vorhandenen oder wirksamen Kräfte oder Bewegungen in letzter Linie von der Sonne abstammen.

Die einzige Ausnahme macht vielleicht nur die bekannte Bewegung der s. g. „Gezeiten“ oder von Ebbe und Fluth des Meeres, welche Bewegung bekanntlich hauptsächlich auf die Anziehungskraft des Mondes zurückgeführt wird. „Alles Leben und alle Bewegung auf unsrer Erde“, sagt Helmholtz, „wird mit wenigen Ausnahmen unterhalten durch eine einzige Triebkraft, die der Sonnenstrahlen, welche uns Licht und Wärme bringen.“

Es ist bekannt und wurde gezeigt, welche enorme Kraft in der Wärme liegt, und wie sie fast überall im Spiele ist, wo irgend eine Kraftverwandlung stattfindet. Es wurde auch darauf hingewiesen, daß überall, wo man früher den allgemein verbreiteten Glauben an einen Verlust von Kraft festhielt, wie z. B. bei der Reibung, die verloren geglaubte Kraft in Wärme übergegangen war. Daher man jetzt, wie bereits erwähnt, die Begriffe von Wärme, Kraft und Bewegung als synonym oder gleichbedeutend ansieht.

Gerade von dieser Kraft sendet nun aber die Sonne, wie dieses schon im vorhergehenden Aufsatz Erwähnung fand, alljährlich so enorme Quantitäten zu der Erde nieder, daß man damit eine über die ganze Erdoberfläche gelagerte Eisrinde von 98—100 Fuß Dicke oder täglich einen Eisklumpen von sechs Meilen Länge, Höhe und Breite zu schmelzen im Stande sein würde. Nach Helmholtz liefert die Sonne so viel Wärme, als wenn in jeder Stunde 1500 Pfund Kohle auf jedem Quadratfuß ihrer Oberfläche verbrannt würden, was der fortdauernden Arbeit von 7000 Pferdekräften gleichkömmt.

Nach Spiller beträgt die Wärme, welche die Sonne auf der ganzen Erdoberfläche im Zeitraum einer Minute erregt, 2247 Billionen Wärmeeinheiten, welche fähig sein würden, fünf und eine halbe Kubikmeile Wasser um einen Grad wärmer zu machen. Die in einer Stunde auf der ganzen Erde erregte Wärme würde so groß sein, als die, welche durch das Abbrennen einer um sie gelagerten Kohlenschicht von zehn Fuß Mächtigkeit entstehen würde.

Selbstverständlich repräsentirt diese enorme Wärmemenge einen entsprechenden Vorrath von Kraft oder Arbeit; wir können dieselbe auf die Kraft oder Arbeit von 228,000 Millionen Dampfmaschinen, jede von eintausend Pferdekräften, zurückführen. Nach Secchi schätzt man die thermische Kraft der Sonne für jeden Quadratmeter der Oberfläche auf 77,232 Pferdekräfte; und die Wärme eines Quadratdecimeters mit 772 Pferdekräften würde etwa der Kraft oder Energie unsrer Schiffsmaschinen gleichkommen. Um die Energie von 4000 Pferdekräften zu entwickeln, brauchte die große Maschine des „Friedland" auf der Ausstellung zu Paris im Jahre 1869 acht große Oefen, die beständig im Brand erhalten wurden. Aber schon die Wärme, welche fünf Quadratdecimeter der Sonnenoberfläche ausstrahlen, würde genügen, um diese Arbeit zu verrichten oder die Maschine im Gang zu erhalten; und die Wärme einiger Quadratmeter der Sonnenoberfläche würde hinreichen, um alle Dampfmaschinen zu unterhalten, die auf der ganzen Erde im Betrieb sind.

Dennoch erhält unsre Erde, wie bekannt, nur den allerkleinsten Theil der Wärmekraft, welche die Sonne nach allen Richtungen in den Weltraum ausstrahlt oder verschwendet; man hat denselben auf den 2300 Millionsten Theil der Sonnenkraft überhaupt berechnet. Aber er genügt vollständig, um mittelst des geschilderten Princips der Kraftverwandlung jede Arbeit, jede Bewegung, jede Kraftentfaltung auf der Erdoberfläche zu unterhalten oder allein möglich zu machen. Alle irdische Kraft oder Bewegung ist nichts Anderes, als verwandelte Sonnenkraft. Die Kraft, womit die Riesentunnel des Mont Cenis oder St. Gotthardt durch mächtige Gebirge hindurchgetrieben wurden, ist nichts Anderes, als die verwandelte Kraft der von der Sonne auf eine gewisse Höhe gehobenen und wieder herabstürzenden Wassermassen! Jede über die Schienen dahinbrausende und die schwersten Lasten mit Leichtigkeit bewegende Lokomotive speist sich aus der in ihrem Innern in Gestalt von Kohle aufgehäuften Sonnenkraft vergangener Jahrtausende. Jedes über das Pflaster dahindonnernde Zwei- oder Viergespann verdankt die ganze Kraft seiner stolzen Bewegung jenen Sonnenstrahlen, welche die Speisen reiften, von denen die edlen Thiere, die unverdrossenen Gehülfen des Menschen, sich nähren. Jede Vogelschaar, welche mit raschem Flügelschlag hoch über unsern Häuptern durch den blauen Aether wirbelt, bewegt sich nur kraft des allmächtigen, in Fleisch, Blut und organische Thätigkeit übergegangenen Sonnenprincips. Wenn wir einem Balle beiwohnen und die geschmückten Paare leicht-

füßig über den Tanzboden dahingleiten sehen, so finden wir in dem hastigèn Athmen der Tänzer, in dem wogenden Busen der Frauen, in den unermüdlichen Bewegungen der Füße, in dem erregten Blitzen der Augen und in der eifrig geführten Unterhaltung ebenso die verwandelte Sonnenkraft wieder, wie in den Strahlen des glänzenden Lichtes, welches die eleganten Toiletten bescheint und sich in dem reichen Schmuck wiederspiegelt, oder in den Klängen der die Gesellschaft belebenden Musik. Oder wenn wir ein Schlachtfeld betrachten, so erscheint in dem brüllenden Donner der Kanonen und dem Knattern des Kleingewehrfeuers, welche im Nu Tausende blühender Menschenleben dahinraffen und unser Herz mit Schauder erfüllen, dieselbe Kraft der Sonne oder des unsichtbaren Tanzes der Atome des Lichtäthers, welche uns mit wonnigem Entzücken erfüllt, wenn wir Auge, Ohr und Geruch an der majestätischen Pracht des kühlen Waldes mit seinen tausend Vogelstimmen oder an den herrlichen Düften eines blühenden Blumenfeldes weiden.

Man entschuldige diese halb dichterischen Phantasieen mit dem gewaltigen Eindruck, den die großartige Einfachheit und Einheit der Natur, wenn einmal erkannt, auf jedes fühlende Menschenherz hervorbringen muß, und mit dem Umstand, daß fast alle großen Gelehrten, nachdem sie einmal zur vollen Erkenntniß dieses merkwürdigen Verhältnisses durchgedrungen waren, nicht umhin konnten, indem sie von einer Art dichterischer Begeisterung ergriffen wurden, ihren Empfindungen auch

in poetischer Sprache Ausdruck zu verleihen. Zum Beweis dessen mögen hier die schönen Worte des berühmten Physikers Tyndall wiederholt werden:

„So gewiß", sagt derselbe, „die Bewegung der Uhr von der Hand herrührt, welche sie aufgezogen hat, so gewiß fließt alle irdische Kraft aus der Sonne. Ohne zu reden von den Vulkanen oder von den Bewegungen der Meere, so hat jede mechanische Thätigkeit auf der Erde, jede Kraftentwicklung, einerlei ob sie organischer oder anorganischer, ob sie physikalischer oder physiologischer Art ist, ihren Ursprung in der Sonne. Ihre Wärme erhält das Meer flüssig und die Atmosphäre luftförmig; und alle Stürme, welche Meer oder Luft aufregen, sind Folge ihrer mechanischen Gewalt. Sie heftet die Quellen der Flüsse und Gletscher an die Flanken der Gebirge; und die Kraft, mit welcher die Wasserfälle und Lawinen herabstürzen, kommt unmittelbar von ihr. Donner und Blitz sind verwandelte Sonnenkraft. Jedes Feuer, welches brennt, jede Flamme, welche leuchtet, verbreiten ein Licht und eine Wärme, welche ursprünglich der Sonne angehörten. Und wenn wir unsern Blick nach den jetzt wieder in Mode gekommenen Schlachtfeldern richten, so ist jeder Reiterangriff, jeder Stoß zweier Armeeen Verwendung oder Mißbrauch der mechanischen Kraft der Sonne. Die Sonnenstrahlen kommen als Wärme zu uns und verlassen uns auch als solche. Aber zwischen ihrer Ankunft und ihrem Weggang entstehen daraus die mannichfaltigen Kräfte unsres Planeten; und sie sind ohne Ausnahme eigenthümliche Formen der

Sonnenkraft oder ebensoviele vorübergehende Verwandlungen, welche sie auf dem Wege von ihrem Ursprung zum Unendlichen durchmacht."

Mit noch größerem Enthusiasmus, aber nicht geringerer Wahrheit äußert sich über denselben Gegenstand Prof. Reitlinger (Freie Blicke, 1874, S. 13) mit den Worten: „Alle Geschöpfe auf der Erde, vom Infusorium bis zum Menschen hinauf, erschuf der Sonnenstrahl. Und als sich der Mensch vom Boden erhob, da diente ihm zur Stütze die Kraft des Sonnenstrahls. Diese lehrte ihn sprechen, Religionen erdenken, Staaten ordnen. Der Sonnenstrahl leiht die Stärke dem Arme des Drängers, aber auch dem Sclaven, der sich befreit. Prometheus hatte nicht nöthig, zum Himmel emporzuklimmen und ihm sein Feuer zu rauben. Im Sonnenstrahl senkt es sich selbst zur Erde nieder. Man kann von ihm, wie Aeschylus vom Prometheus, sagen: Mit einem Worte Alles engumfaßt vernimm, er schenkte alle Kunst den Sterblichen. Ja, ihm entfließt das Licht der Poesie, der Wissenschaft. Die Wahrheit ist seine Selbsterkenntniß. Und von der Geschichte unsres Planeten und des Lebens auf ihm, wie sie sich von der feuerflüssigen Erde an bis zur ausgebrannten und erstarrten in der buntesten Gestaltenfülle entrollt, mit Tyrannen- und Freiheitssiegen, mit Lust und Qual der Guten und Bösen, kann man mit Recht sagen: Sie sei — großartiger als die göttliche Komödie eines Dante, das verlorne Paradies eines Milton, denn diese sind doch nur Nachahmungen hiervon — das Gedicht eines

Sonnenstrahls, der zur Erde kam und sie wieder verließ."

„Welche Kraft", fragt Prof. Forster (a. a. O.) „führt die schnaubende Lokomotive über weite Länderstrecken, das Dampfboot durch die Fluthen des Weltmeeres? Welche Kraft ertheilt der explodirenden Granate, der Chassepotkugel ihre verderbliche Geschwindigkeit? welcher Kraft verdanken die Gasflammen dieses Saales ihre Existenz? welche Kraft geht aus dem behaglich strahlenden Kaminfeuer, und welchen Ursprungs ist die Kraft des Heerdfeuers im Dienste unsrer Hausfrauen? — Alle diese Kräfte — von der größten bis zur kleinsten, von der nützlichsten bis zur verderblichsten — sind der Sonne entlehnt; es sind kleine Bruchtheile der Summe von Kraft, welche die Sonne unsrer Erde vor langen, langen Jahren in Form von Licht und Wärme zustrahlte."

„Die Strahlen der Sonne", sagt Wüllner (a. a. O.) sind die Quelle der irdischen Thätigkeit. Die Wärme der Sonne veranlaßt die Strömungen der Meere, das Aufsteigen des Wassers in die Luft, die Bewegungen der Winde, welche der Mensch sich dienstbar macht; sie erzeugt die Quellen, Bäche und Flüsse, die Adern der menschlichen Thätigkeit. Das von der Sonne gehobene Wasser erquickt als Regen die Fluren und läßt Pflanzen und Bäume wachsen. Leben, Bewegung und Thätigkeit bringt und erhält die Sonne, indem Wärme und Licht andre Bewegungsformen annehmen."

Aehnliche Aussprüche namhafter Gelehrten ließen sich noch in großer Menge beibringen; und wer sie kennt und beherzigt, wird die große Feuerkugel, welche ihr Licht tagtäglich über uns ergießt, wahrscheinlich mit etwas andern Augen betrachten, als dieses noch von der großen Mehrzahl der Menschen zu geschehen pflegt; er wird auch begreifen, von welch' richtigem Instinkt jene alten Völker geleitet waren, welche in der Sonne einen Gott und die Quelle alles Daseins erblickten.

Freilich hat dieser angebliche Sonnengott einen großen Fehler, der ihn als unwürdig der Bezeichnung mit dem Namen eines wirklichen, ewigen und unsterblichen Gottes erscheinen läßt — er wird nämlich uns oder unsrer Erde nicht ewig leuchten und damit die ewige Wahrheit des alten Wortes bestätigen, daß Alles, was entsteht, zugleich den Keim des Vergehens mit auf die Welt bringt oder „werth ist, daß es zu Grunde geht." Denn unaufhörlich zerstreut oder verschwendet die Sonne ungeheure Mengen von Wärme oder Kraft durch Abkühlung und Ausstrahlung in den kalten Weltraum; und so groß auch ihr Vorrath an Wärme oder Kraft sein mag, so gleicht sie doch hierin vollkommen einem Manne, dessen Ausgaben regelmäßig seine Einnahmen übersteigen, und der daher, wie man zu sagen pflegt, vom Kapital zehrt. Wenn auch der jährliche Unterschied noch so gering ist, so ist doch das Schicksal aller Derer, die so verfahren oder sich in solcher Lage befinden, unwiderruflich das nämliche — es ist das Schicksal des schließlichen Untergangs. Die Endkatastrophe

kann unter Umständen sehr lange hinausgeschoben werden; aber ausbleiben kann sie auf die Dauer nicht. Ebenso verhält es sich mit der Sonne, deren Schicksal auf die Dauer unwiderruflich beschlossen ist. „Wir kennen keinen Naturproceß“, sagt Helmholtz, der unsrer Sonne das Schicksal ersparen könnte, welches andere Sonnen schon getroffen hat.“ Denn so groß auch die Wärmemengen sein mögen, welche die Sonne theils durch ihre eigne Zusammenziehung und Verdichtung, theils durch Zufuhr von Außen noch auf die Dauer von Millionen von Jahren zu entwickeln vermag — einmal müssen dieselben ein Ende nehmen. Man hat berechnet, daß nach Ablauf eines Zeitraums von zehn bis zwanzig Millionen Jahren die Sonne sich so weit abgekühlt haben muß, daß ihre jetzt noch lockere oder halbflüssige Masse durch fortdauernde Zusammenziehung die ungefähre Dichtigkeit unsrer Erde erreicht haben wird. Alsdann wird das herrliche Tagesgestirn nicht mehr im Stande sein, sein glänzendes Licht zu versenden; es tritt in eine neue Phase seines kosmischen Daseins ein, oder es beginnt seine s. g. geologische Entwicklungsstufe, d. h. diejenige Stufe, in der sich gegenwärtig unser eigner Planet oder die Erde befindet. Schon jetzt beginnt die Sonne, sich in regelmäßig wiederkehrenden Perioden mit einer größeren Anzahl dunkler Flecken oder Schlacken zu überziehen, welche nach der Meinung der besten Sonnenbeobachter entschiedene Anzeichen ihrer beginnenden Abkühlung sind — einer Abkühlung, durch welche den ferneren Planeten Saturn,

Uranus, Neptun bereits längst die Bedingungen für die Existenz lebender, den unsrigen ähnlicher Wesen genommen sind. Mit der Sonne aber wird auch das gesammte Leben in ihrem weiten Bereiche erkalten. „Oede Finsterniß“, sagt W. Meyer, „wird sich darüber hinlagern, in welcher die Leichname der Planeten sich um ihre hinsterbende Regentin bewegen. Der Rest von Lebenswärme, welcher noch in ihrem Innern wohnte, wird dann auch verschwunden und ihr einst glühendflüssiger Kern erstarrt sein.“

Alsdann muß auch, wenn das Licht der Sonne wirklich die Quelle aller irdischen Kräfte bildet, alles Leben und alle Bewegung auf der Erde ein Ende nehmen, und diese selbst muß in jenen Zustand des Todes und der Erstarrung eintreten, in welchem sich unser eigner Trabant oder der Mond bereits seit lange befindet. Zwar wird die Mehrzahl der Leser an dieser Stelle versucht sein, den Einwand zu erheben, daß nach den bisher entwickelten Grundsätzen die einmal vorhandene oder aufgehäufte Summe von Kraft, da dieselbe an sich als unveränderlich erscheine, hinreichen werde und müsse, um die bisherige Bewegung und das gegenseitige Spiel der Kräfte in Ewigkeit fortzuerhalten. Aber dieser scheinbar sehr gegründete Einwand scheitert an dem Umstand, daß die Erde fortwährend große Mengen von Wärme verliert oder an den Weltraum abgibt, welche nicht wieder nutzbringend zu ihr zurückgebracht werden können. Es besteht nämlich bei der Verwandlung der Kräfte der eigenthümliche Umstand, daß zwar die Ver-

wandlung von mechanischer Kraft in Wärme ganz ungehindert vor sich geht, und daß diese Umsetzung vollständig sein kann, daß aber nicht das Umgekehrte der Fall ist, und daß keine Möglichkeit besteht, die ganze Wärme wieder zurück in Arbeit zu verwandeln. Bei jeder Verwandlung von Wärme in Kraft oder Bewegung geht ein Theil der ersteren verloren in Folge der besonderen Eigenschaft der Wärme, sich durch Strahlung und Leitung unausgesetzt nach allen Richtungen zu verbreiten; und die nothwendige Folge davon ist, daß die mechanische Energie des Weltalls mehr und mehr in Wärme überzugehen bestrebt ist, oder daß dieselbe — mit andern Worten — vom Gesichtspunkt der Nützlichkeit und Zweckmäßigkeit für lebende Wesen aus in fortdauernder Verschlechterung begriffen ist. In letzter Linie wird die auf solche Weise fortdauernd erzeugte überschüssige Wärme — abgesehen von den dazwischen noch vor sich gehenden Verwandlungen — an den Weltraum abgegeben und somit eine stete, langsame Verminderung der auf der Erde vorhandenen Kraftmengen hervorgebracht. Wenn z. B. ein Schmied sein Eisen auf dem Amboß hämmert, so erhält das Eisen nur einen Theil der durch die mechanische Kraft erzeugten Wärme; das Uebrige ist an den Hammer, an den Amboß, an die Luft oder an den Schmied selbst verloren gegangen; und von allen diesen Gegenständen wird Wärme durch Strahlung und Leitung nach Außen abgegeben, ohne daß die Möglichkeit besteht, diese Wärme derart aufzusammeln, daß sie wieder vollständig in mechanische

Kraft oder Arbeit zurückverwandelt werden kann. Oder — mit andern Worten — Wärme wird nur dann in Arbeit verwandelt, wenn sie aus einem Körper von höherer Temperatur in einen solchen von niedrigerer übergeht, und da die Wärme vermöge ihrer Natur immer aus Körpern von höherer Temperatur in solche von niedrigerer überzugehen bestrebt ist, so würde sie, wenn sie sich selbst überlassen wäre, bald alle Temperatur-Unterschiede vollständig ausgleichen. Welchen enormen Wärmeverlust unsre Dampfmaschinen bei der Umwandlung von Wärme in mechanische Kraft erleiden, ist bereits dargelegt worden. In ganz ähnlicher Weise ist auch unser Körper, der ja in seinen mechanischen Verhältnissen die größte Aehnlichkeit oder Gleichheit mit einer Dampfmaschine darbietet, eine überaus kostspielige Maschine, weil er viel mehr Wärme erzeugt, als er bedarf, um seine Arbeit zu leisten, wie sich dieses z. B. beim Gehen oder bei jeder Art von Muskelanstrengung sehr deutlich zeigt. Wäre dieses nicht der Fall, so dürften wir beim Gehen oder bei sonstiger Muskel- oder Gehirn-Arbeit nicht warm werden, wie dieses thatsächlich der Fall ist.

Wenn nun auf diese Weise ein steter Verlust von Wärme stattfindet, oder wenn bei allen Kraftverwandlungen immer ein kleiner Ueberschuß von Wärme bleibt, der nicht mehr zurückverwandelt werden kann, so kann es nicht anders sein, als daß dieses Deficit im großen Buch der Naturkräfte nach und nach das ganze Kapital verschlingen muß. Speziell für unsre Erde würde oder

müßte dieser Proceß oder Zeitpunkt der endlichen Temperaturausgleichung und damit des Stillstandes aller Bewegung und alles Lebens längst eingetreten sein, wenn der Ersatz durch die Sonne nicht bestände, oder wenn derselben nicht fortwährend so große Mengen von Wärme von Außen zugeführt würden. Da aber, wie gezeigt, die Sonne nicht für alle und ewige Zeiten leuchten oder ihre Kraftvorräthe aussenden, sondern das Schicksal jedes Einzelwesens theilen wird, so ist auch damit das endliche Schicksal unsrer Erde, wenn auch weit hinausgerückt, doch unwiderruflich entschieden; es ist das Schicksal des Untergangs aller Bewegung auf derselben durch Ausgleichung aller Wärmeunterschiede und damit der Unmöglichkeit irgend welcher weiteren Kraftentwicklung, da alle solche Entwicklung oder Arbeitsverrichtung von Temperaturunterschieden abhängig ist, und da der große Abfallhaufen der Welt (wie es B. Stewart nennt) oder die überall hin sich vertheilende Wärme von Jahr zu Jahr größer wird.

Nach Helmholtz besteht der gesammte Kraftvorrath der Welt theils in Wärme, theils in chemischer, mechanischer, elektrischer, magnetischer u. s. w. Kraft, welche in steter Veränderung begriffen ist. Bei jeder Aktion dieser Kräfte nun geht ein Theil von ihnen in Wärme über, welche sich ihrerseits wieder nur insoweit in Arbeit verwandeln kann, als sie von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht. Daraus folgt ein stetes Streben nach Ausgleichung, eine stete Zunahme der Wärme und eine stete Abnahme der Anlässe zu anders-

artigen Veränderungen. Endlich muß eine völlige Ausgleichung der Verschiedenheit der Zustände oder ein vollständiger Stillstand aller Naturprocesse von jeder nur möglichen Art eintreten. „Kurz, das Weltall wird von da an zu ewiger Ruhe verurtheilt sein.“

Also von dieser Seite oder von den auf das Gesetz von der Erhaltung oder Unsterblichkeit der Kraft gebauten Betrachtungen her wäre keine Hülfe gegen den durch die allmählige Erkaltung der Sonne und die Ausgleichung aller Temperaturunterschiede drohenden endlichen Weltuntergang zu erwarten. Und zwar dieses um so weniger, als auch die allgemeinen mechanischen Verhältnisse unsres Planetensystems auf einen solchen Untergang mit Nothwendigkeit hinarbeiten. So wie dieses System in der Zeit entstanden ist, so muß es nothwendig in der Zeit auch wieder ein Ende nehmen. Denn das Entstehen ist unzertrennlich an das Vergehen geknüpft, und Anfang und Ende sind, wie du Prel sagt, die beiden Pole, zwischen denen das Pendel alles Geschehens schwingt. Daher auch am Sternenhimmel, obwohl derselbe dem kurzsichtigen menschlichen Blick unveränderlich erscheint, in der That nichts in absoluter Ruhe, sondern Alles in steter Veränderung und Bewegung begriffen ist. Wahrscheinlich existiren, wie Proktor bemerkt, im ganzen Weltall unter den Myriaden von Himmelskörpern keine zwei, die sich in demselben oder auch nur nahezu in demselben Zustande befinden, indem die an jedem derselben auf seinen verschiedenen Entwicklungsstufen vor sich gehenden Ver-

änderungen nie ganz genau den an einem andern Körper vollzogenen entsprechen oder entsprochen haben.

Auch unsre Planeten haben einen solchen langsamen Entwicklungsgang von ursprünglich glühenden und selbstleuchtenden Körpern bis zu ihrem gegenwärtigen Erstarrungszustand durchgemacht und werden in derselben Weise, wie sie ursprünglich aus der Sonne entstanden sind, in deren allgemeinen Mutterschooß wieder zurückkehren, d. h. sie werden in derselben Weise glühend enden, wie sie vor vielen Millionen von Jahren glühend begonnen haben. Jeder Moment ihres Daseins bringt sie, wenn auch noch so langsam, diesem ihrem endlichen Schicksal immer näher. Denn es ist fast übereinstimmend von allen Gelehrten angenommen, daß die Umlaufszeit der Planeten, insbesondere diejenige unsrer Erde, um die Sonne sich, wenn auch in einem für uns nicht oder kaum bemerkbaren Maaßstabe, anhaltend verkürzt oder verkürzen muß, theils durch den, wenn auch noch so geringen Widerstand des den Weltraum erfüllenden Mediums oder Aethers, theils durch das Schwererwerden der Erde selbst in Folge der alljährlich in großer Menge auf dieselbe niederstürzenden Meteorsteinfälle und die dadurch nothwendig herbeigeführte Verminderung ihrer Flugkraft, theils durch den dieser Flugkraft stetig entgegenwirkenden und den Vorrath an mechanischer Kraft verringernden Einfluß der s. g. „Gezeiten.“ [46]) Dazu kommt, daß auch unser Centralkörper oder die Sonne selbst auf ähnliche Weise wie die Erde durch Ernährung von Außen durch Meteore und Kometen stets

schwerer werden oder an Masse zunehmen und damit ihre Anziehungskraft steigern muß.[47]) Wenn nun auch diese Vorgänge noch so lange und für uns unmerkliche Zeiten oder Perioden in Anspruch nehmen müssen, so sind sie doch nichtsdestoweniger vorhanden, und das schließliche Resultat ist ein unausbleibliches; es besteht in einer steten Zunahme der Anziehungskraft der Sonne gegenüber der Flieh- oder Tangentialkraft der Erde oder der Planeten. Die unausweichliche Folge dieses Verhältnisses ist eine stets zunehmende Annäherung der Erde (oder der Planeten) an die Sonne, welche von ihren Trabanten in stets enger und enger werdenden Spirallinien umkreist wird, bis diese zuletzt, wenn die Anziehungskraft die Fliehkraft vollständig überwunden hat, sich wieder mit dem Centralkörper, aus dem sie ursprünglich hervorgegangen sind, vereinigen und mit ihm wieder, wie vorher, eine einzige Masse bilden. Die Sonne gleicht auf diese Weise dem griechischen Gotte Kronos oder Saturn, welcher seine eignen Kinder verschlang; die Planeten kehren wieder dahin zurück, woher sie ihren Ursprung genommen, und der glühende Sonnenball wird ihr Grab sein in gleicher Weise, wie er einst ihre Wiege gewesen. „Die heißglühende Sonne", sagt du Prel, „deutet auf unsre Vergangenheit, der in den Fesseln der Erstarrung liegende Mond auf unsre Zukunft. Als ein Kind der Sonne hat unsre Erde ihren Lauf begonnen, als ein erstarrter Planet wird sie ihn fortsetzen, um schließlich zur Quelle ihres Ursprungs, zur Sonne, wieder zurückzukehren."

Jedesmal, wenn auf diese Weise einer ihrer Trabanten in die Sonne stürzt, wird die letztere in Folge der durch den Stoß entwickelten Hitze wieder für eine Zeitlang neu aufleuchten und erneute Wärme ausstrahlen — ein Vorgang, der höchst wahrscheinlich an andern Stellen des Himmelsraums die Ursache des öfter beobachteten plötzlichen Aufleuchtens oder Aufloderns einzelner Sterne für einige Zeit bildet. Aber da, wie schon erwähnt, der Hineinsturz sämmtlicher Planeten in die Sonne deren durch Ausstrahlung bewirkten Wärmeverlust auf die Dauer von höchstens 50,000 Jahren würde zu ersetzen im Stande sein, so ist das endliche Schicksal der Sonne oder ihre schließliche Verwandlung in eine todte, dunkle, gleichmäßig warme Masse und damit der Untergang alles Lebendigen innerhalb unsres kosmischen Systems unabwendbar oder nur eine Frage der Zeit. „Wie es aller Wahrscheinlichkeit nach eine Zeit gab", sagt Sir W. Thompson, „wo die Sonne als zerstreute Materie, deren Verdichtung ihre Hitze hervorgebracht hat, im unendlichen Raum existirte, so wird auch eine Zeit kommen, wo die mit allen ihren Wandelsternen in eine Masse wieder vereinigte Sonne als ein kalter, dunkler Weltball durch den unendlichen Raum dahinrollen wird."

„Immer enger, immer enger
„Kreist um's Licht der dunkle Falter,
„Angezogen von geheimen
„Unheilvollen Liebesmächten.
„So auch kreisen um die Sonne

„Liebestoll die dunkeln Sterne
„Immer enger, immer enger,
„Bis sie an ihr Herz sich stürzen.“

Freilich ist es ein entsetzlicher Gedanke, daß unser geliebter Wohnplatz oder unsre schöne Erde mit ihren zahllosen Bewohnern und mit allen durch das Genie des Menschen ausgeführten Wundern oder mit allen durch die Arbeit vieler Jahrtausende aufgehäuften materiellen und geistigen Schätzen dem elenden Schicksal des Verbrennens in demselben Feuer, welches wir als letzte Quelle aller irdischen Kraftentwickelung kennen gelernt haben, ausgesetzt sein sollte. Aber wir dürfen uns wenigstens damit trösten, daß schon lange, lange Zeit vorher, ehe jene Katastrophe eintreten wird, alles Leben auf der Erdoberfläche längst erloschen sein wird in Folge einer Reihe von chemisch-physikalischen Vorgängen, welche zwar nicht auf einmal, aber langsam und allmählig im Laufe langer Jahrtausende oder Jahrmillionen auf den Untergang der die Oberfläche der Erde bevölkernden Organismenwelt oder Welt des Lebendigen hinarbeiten. Denn die Existenz dieser Welt ist bekanntlich mit Nothwendigkeit gebunden an eine bestimmte Zusammensetzung der Atmosphäre oder an einen gewissen Gehalt derselben an Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser, welche Körper in einer fortwährenden langsamen Abnahme ihrer Menge begriffen sind. Was zunächst das Wasser betrifft, so ist bekannt, daß dasselbe fortwährend von der Erdkruste absorbirt oder aufgesogen wird, und daß so ziemlich alle felsbildenden Mineralien (mit Ausnahme des Quarzes)

ansehnliche Quantitäten von Feuchtigkeit aufnehmen. Der Verwitterungsproceß, dem sie alle unterworfen sind, fixirt unausgesetzt Wasser in der Form der s. g. Hydrate, d. h. die Gesteine nehmen in Folge dieses Processes fortwährend Wasser chemisch auf und bilden damit neue Verbindungen, indem sie dabei ihr Gefüge lockern und ihr Volumen vergrößern. Dieser Proceß vollzieht sich auch nicht bloß, wie man denken könnte, an der Oberfläche oder an den zu Tag liegenden Gesteinen, sondern, da das Wasser auch die festesten Gesteine zu durchdringen vermag, gleicherweise, wenn auch in geringerem Maaße in dem Erdinnern oder in den verborgenen Tiefen unsres Planeten. So gering auch auf den ersten Anblick die Menge des auf diese Weise verloren gehenden Wassers erscheinen mag, so zeigt doch die Rechnung, daß, da das Gewicht des Wassers aller Meere nur etwa den 24,000sten Theil des Erdgewichts ausmacht, schon eine weit geringere Absorptionsfähigkeit der Gesteine, als die nachgewiesene, hinreichen müßte, um im Laufe der Zeiten alles Wasser der Erde aufzusaugen. Ein solcher Zustand würde nur das natürliche End- oder Auflösungsstadium desjenigen Entwicklungsganges der Erde darstellen, welcher mit der allmähligen Verdichtung des die Atmosphäre erfüllenden Wasserdampfes und Niederschlag desselben auf ihre Oberfläche begann und nach und nach die Scheidung dieser Oberfläche in Festland und Ocean herbeiführte. Ganz in derselben Weise, wie das Wasser, wird auch die in der Atmosphäre vorhandene Kohlensäure, deren Menge in früheren Erdbildungsperioden

eine ungleich größere war und eine ungemein üppige Vegetation zur Folge hatte, von Stufe zu Stufe vermindert, indem die gegenwärtigen Quellen dieses Gases durch allmählige Erschöpfung der großen Kohlenlager, sowie durch allmähliges Erkalten des Erdinnern und damit herbeigeführtes Versiegen der Gasquellen und Erlöschen der Vulkane sich verringern und schließlich ganz versiegen müssen. Nähmen nun nur die Pflanzen Kohlensäure auf, um dafür Sauerstoff zurückzugeben, so ließe sich ein Zustand des Gleichgewichts denken, in welchem Pflanzen und Thiere sich gegenseitig ergänzen würden. Allein dem ist nicht so, da der Atmosphäre außerdem unausgesetzt große Quantitäten von Kohlensäure zur Bildung unlöslicher kohlensaurer Salze entzogen werden, — so bei der Verwitterung der verschiedenartigsten Gesteine, ferner durch Bildung von Schaalen und Knochen oder Skelettheilen unzähliger thierischer Organismen von den Rhizopoden oder Wurzelfüßern an bis zu den Wirbelthieren hinauf. Die stetige Abnahme dieses Gases kann aber zuletzt durch Vernichtung des Pflanzenlebens nur mit Vertilgung alles organischen Lebens überhaupt enden. Aber nicht bloß hierdurch, sondern auch durch Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft wird, wie Bischof gezeigt hat, das organische Leben bedroht, resp. dem Untergang entgegengeführt. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß durch die fortwährende Oxydation oder Sauerstoffaufnahme vieler Mineralien, namentlich des Eisenoxyduls, der Atmosphäre anhaltend Sauerstoff in einem Maaße entzogen wird, welches eine endliche

Erschöpfung derselben an diesem Lebenselement in sichre Aussicht stellt.

Welches organische Wesen aber könnte bestehen ohne Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff?

„Wenn einst die Reaktion des heißen Kernes gegen die Rinde durch gleichmäßige Abkühlung ihr Ende erreicht, und der Angriff des Wassers und der Atmosphäre gegen den festen Erdkörper durch chemische Verbindung oder Absorption in Fesseln gebannt ist“, sagt Zittel (Aus der Urzeit, S. 17), „dann wird die ewige Ruhe des Todes und des Gleichgewichtes über unsrer Erde herrschen!“

„Betrachten wir die Zukunft unsrer Erde, auf der wir leben“, sagt Proktor (Unser Standpunkt im Weltall, S. 28), „so gelangen wir schließlich zu einer, wenn auch noch so sehr entfernten Zeit, wo alles Leben auf der Erdoberfläche verschwunden sein wird. Dann wird die Erde unserm Monde gleichen und als eine gewaltige, aber verödete Kugel um die Centralsonne kreisen als ein Himmelskörper, der freilich Spuren und Ueberreste einer früheren Lebensperiode enthalten, nach unsern Begriffen aber ein zweckloses, wüstes Bild zeigen wird.“

Aus Allem diesem darf man wohl schließen, daß der Weltuntergang, insbesondere der Untergang des organischen Lebens auf der Erde, in keiner Weise zu vermeiden ist, und daß das große Gesetz der Entwicklung und Rückbildung oder des Entstehens und Vergehens, welches das gesammte Dasein beherrscht, für den Milliarden von Jahren lebenden Himmelskörper ebensowohl

gültig ist, wie für die einige Stunden im Sonnenschein tanzende Eintagsfliege oder für das noch kürzer lebende Infusorium. Es ist eine keine Ausnahme duldende Naturnothwendigkeit, daß jedes Ding oder jedes Einzel-Dasein die drei Stadien des Anfangs, des Fortschritts und des Verfalls durchleben muß, und daß daher jeder Weltanfang zugleich ein Weltende oder einen Weltuntergang bedeutet. Dieses Gesetz gilt gleicherweise für jede Pflanze, jedes Thier, jeden Menschen, jedes Geschlecht, jedes Volk, jede Nation, jede Idee, jeden Himmelskörper und jedes Himmelskörpersystem. Der Unterschied liegt nur in der Verschiedenheit der Zeiträume, welche jedes Einzeldasein zur Vollendung seines Lebenscyklus bedarf; und je länger oder ausgedehnter derselbe ist, um so weniger sind wir, die wir Alles nach der kurzen Spanne unsres eignen kleinen Daseins bemessen, geneigt, die Allgemeingültigkeit jenes Gesetzes anzuerkennen. Und doch kann jeder langlebige Baum uns eines Besseren belehren!

„Dreihundert Jahr' wächst eines Eichbaums Schaft —
„Dreihundert Jahr' steht er in seiner Kraft.
„Dreihundert Jahre braucht er zum Vergehn,
„Und sterbend wird dreihundert Jahr' er sehn!"

Mag auch der uns auf solche Weise bedrohende oder in sichrer Aussicht stehende Weltuntergang noch so lange und vielleicht noch Millionen Jahre auf sich warten lassen, einmal wird und muß derselbe doch erfolgen und damit jene wunderbaren Ahnungen des bevorstehenden Weltendes bestätigen, welche sich in den Mythen oder

alten Ueberlieferungen fast aller Culturvölker nachweisen lassen oder in verschiedener Gestalt auftreten. Es ist in der That höchst bemerkenswerth, daß, wie dieses bereits bei Gelegenheit der Besprechung der alten Sonnen-Verehrung nachgewiesen wurde, die Entdeckungen oder Aufklärungen der modernen Naturwissenschaft auf eine so wunderbare Weise mit den instinktiven Ahnungen oder Meinungen früherer und von wissenschaftlicher Erkenntniß weit entfernter Zeiten übereinstimmen. Ob dabei überall eine der vorstehenden ähnliche allgemeine Betrachtung über Anfang, Wachsthum und Ende mitgewirkt hat, wie dieses z. B. bei den alten Indern der Fall war *), wird wohl nicht zu entscheiden sein; aber der Werth der merkwürdigen Erscheinung selbst wird dadurch nicht beeinträchtigt. [48]) Auch die Erneuerung oder Wiedergeburt der Welt nach deren Untergang, welche jene alten Mythen ohne Ausnahme in Aussicht stellen, findet ihre Bestätigung in der auf wissenschaftliche Gründe gestützten Lösung des kosmologischen Problems, wie sie von gelehrter Seite auf verschiedene Weise versucht worden ist oder noch versucht wird. Denn wenn in diesem Sinne vom Weltuntergang geredet wird, so hat man dabei in der Regel nicht die Welt oder das

*) Die Welt, sagt die indische Philosophie, und Alles, was in ihr ist, durchläuft die drei Stadien von Wachsthum, Vollendung und Niedergang. So wird Siva, als die Verkörperung des letzteren, zum Gegensatz der schöpferischen Macht Brahma's. „Ein Einzelding kann nicht dauern; alle Dinge, welche entstehen und sich wiedererzeugen, müssen nothwendig zu Grunde gehen.“

Universum als solches, welches ewig und unvergänglich ist, im Auge, sondern nur unsre Welt, unser Planetensystem oder unsre zur Zeit bestehende Weltordnung. Aber während diese Ordnung oder dieses System untergeht, bestehen und entstehen andre Welten oder bilden sich neu. Wenn die Erde längst aufgehört haben wird, der Wohnort belebter Wesen zu sein, werden inzwischen andere Himmelskörper in ihrer Entwicklung so weit vorgeschritten sein, um als Schauplatz für die Entwicklung zahlloser Pflanzen- und Thierformen zu dienen. Auch diese Zeiträume werden vorübergehen, bis alle Himmelskörper nacheinander der Schauplatz langdauernder Lebensthätigkeit gewesen sind, und jeder einzelne nach Erfüllung seiner Bestimmung oder nach Verlauf der ihm zukommenden Lebenszeit unthätig und öde wird. „Die Woge des Lebens, welche jetzt über unsre Erde dahinzieht", sagt Proktor ebenso schön als wahr, „ist nur eine sanfte Kräuselung im Meere des Lebens innerhalb des Sonnensystems, und dieses Meer des Lebens selbst ist wieder nichts mehr, als eine unbedeutende Welle im Oceane des ewigen Lebens im ganzen Weltall."

Auch unser Sonnen- oder Planetensystem kann nach Vollendung seines Lebenscyclus oder nach Wiedervereinigung aller Planeten mit der dunkel gewordenen Sonne nicht zu ewigem Tode verdammt sein, sondern muß und wird eines Tages seine Wiederauferstehung in andrer und vielleicht schönerer oder vollendeterer Gestalt, als vorher, feiern — entweder dadurch, daß dasselbe (wie man dieses von solchen abgestorbenen Himmelskörpern

annimmt) in eine weit im Weltraum ausgedehnte s. g. kosmische Wolke oder einen planetarischen Nebel von hoher Temperatur geräth, um von demselben aufgesaugt oder aufgelöst zu werden und nun an dessen bekannter Weiterentwicklung zu gegliederten Weltkörpersystemen Theil zu nehmen — oder dadurch, daß durch Zusammenstoß oder Zusammenstürzen einer größeren Anzahl solcher abgestorbenen Himmelskörper in Folge gegenseitiger Attraktion eine Wärme erzeugt wird, welche hinreicht, um die Bestandtheile dieser Körper abermals in jene Dunstform zurückzuführen, aus der sie sich ursprünglich entwickelt haben und nun von Neuem durch Rotation und Zusammenziehung entwickeln werden — oder endlich dadurch, daß, wie andere Gelehrte annehmen, die abgestorbenen Himmelskörper sich allmählig in Kometenschwärme und Meteorsteinringe auflösen, von denen ein kleinerer Theil auf andre Sonnen und Planeten niederfällt, um an deren Weiterentwicklung Theil zu nehmen, während der weitaus größere Theil in den ungeheuren Himmelsräumen, welche sich zwischen den bestehenden Massencentren ausdehnen, sich wieder durch allmähliges Zusammentreffen vieler Kometen zu einer s. g. Kometenwolke vereinigt, welche Wolke schließlich glühend und leuchtend wird, Rotation annimmt und in den bekannten Entwicklungsgang der kosmischen oder Urnebel, wie wir ihn am Himmel in allen seinen verschiedenen und verschiedensten Stadien zu beobachten im Stande sind, eintritt. [49]) Jedenfalls zeigt die Untersuchung der Himmelsräume mit den mächtigsten Teleskopen (nach Klein) dort Vor-

gänge, die weit eher mit der (auch sonst unabweisbaren) Theorie eines ewigen Kreislaufs in den Bildungen der Himmelskörper, als mit jener, welche das gesammte Weltall einem Endzustande entgegenführt, übereinstimmen; und es ist nicht bloß möglich, sondern höchst wahrscheinlich, daß jene dunstförmigen Nebel, welche in großer Menge ausgedehnte Räume des Himmels überziehen, aus den zerstreuten Atomen ehemaliger Sternsysteme bestehen, welche sich dereinst wieder zu Sterngebilden verdichten werden. Der ganze Bau der s. g. Spiral-Nebel z. B. deutet darauf hin, daß jene merkwürdigen Weltkörper sich in einem Zustande großartiger Revolutionen befinden, wobei ungeheure Ströme glühender Materie sich in spiralförmigen Windungen auf die Centralmassen herabsenken und Wirbel- und Umdrehungsbewegungen erzeugen, welche schließlich zur Entstehung kugelförmiger Weltkörper zu führen bestimmt sind.

Freilich wird es, wenn diese ebenso einfachen, wie wahrscheinlichen Voraussetzungen oder Annahmen begründet sind, alsdann abermals und von Neuem einer halben Ewigkeit bedürfen, bis durch die bekannten Vorgänge allmähliger Entwicklung neue Gestalten, neue Formen, neue Welten und neue Wesen entstanden sein werden, oder — mit andern Worten — der ganze abgelaufene Weltproceß wird seinen Lebensgang wieder von Vorne anfangen. Es ist also eine Wiedergeburt aus dem Chaos der Urelemente im vollsten Sinne des Wortes und ganz so, wie die bereits geschilderten mythischen Vorstellungen der Völker sich dieselbe gedacht

oder ausgemalt haben. Ob freilich, wie diese Vorstellungen zumeist annehmen, die neue Welt eine bessere oder vollkommnere sein werde, wie die alte, wird von der Naturforschung wohl nicht entschieden werden können; nur darüber kann kein Zweifel bestehen, daß die alte Welt als solche unwiderbringlich und für immer verloren ist und bleibt. Alles, was wir Menschen jemals Großes auf der Erde geleistet haben oder noch leisten werden, unsre Bauten, Erfindungen und Kunstwerke ebenso, wie unsre Staaten, unsre Dichtungen, unsre Wissenschaft, unsre Künste u. s. w. werden damit ein Ende nehmen und in die Nacht ewiger Vergessenheit versinken, aus welcher es kein Wiederauferstehen gibt, außer an der Hand neuer und unendlich langsamer Entwicklung. „Alle Thaten der Menschheit in der Geschichte, alle Errungenschaften des menschlichen Geistes, alle Freuden und Leiden der irdischen Geschöpfe werden in der Nacht der Vergessenheit begraben liegen. Kein andres Geschlecht, keine zu Höherem berufene Art von Geschöpfen wird einst die Erbschaft der Erde antreten, und Nichts von dem, was die Menschheit geleistet hat, wird in die Hände anderer Wesen übergehen. Nur eine immer wieder beginnende und immer wieder abgeschnittene Entwicklung können wir im Kosmos erkennen“, u. s. w. (du Prel.)

Was auf diese Weise die weit vorangeschrittene Wissenschaft als Bestätigung alter Mythen oder sagenhafter Ueberlieferungen erkannt hat, das hat der seherische Blick des größten aller Dichter bereits vor Jahrhunderten klar vorausgesehen, indem er in seinem berühmten

Schauspiel „Der Sturm" den mit höherer Erkenntniß ausgerüsteten Prospero die herrlichen Worte sprechen läßt:

„Und wie dies hohl Gesichte schnell verschwindet,
„So werden einstens wolkenhohe Thürme
„Und mächtige Paläste, hehre Tempel,
„Ja dieses Erdballs ungeheurer Bau
„Mit Allem, was darauf, in Dunst vergehn
„Und, wie dies leere Schaugepräng verblaßt,
„Spurlos verschwinden — — *).

Aber während Alles im Kosmos wechselt, vergeht und „spurlos verschwindet", wechselt, vergeht und verschwindet Eines nicht — es sind die ewigen und unzerstörbaren Atome, diese Grundsäulen des gesammten Daseins und der modernen Naturwissenschaft; sie bleiben ewig und unverändert dieselben und schwingen weiter, indem sie sich bald zu dieser, bald zu jener Gestalt oder Form vereinigen, von Ewigkeit zu Ewigkeit. Sie sind auch die Ursache dafür, daß, wenn vom Weltuntergang die Rede ist, sich dieses immer nur auf einzelne Weltkörper oder Weltkörpersysteme beziehen kann. Das große Ganze verliert nicht und geht nicht unter; kein einziges Atom, keine noch so geringe Kraftmenge kann jemals als solches oder solche verloren gehen. Das Weltall selbst ist ewig und unendlich, und was hier untergeht, muß dort wiedererscheinen, nur die einzelnen Formen oder Gestalten sind vergänglich oder veränderlich. Unsre Erde und unser Sonnensystem werden also eben-

*) Nach eigner Uebersetzung.

falls nur ihrer jetzigen Form nach ein Ende nehmen, um dereinst in anderen und vielleicht schöneren oder vollkommneren Formen wieder aufzuleben.

„So sanken tausend Himmel, tausend Erden
„Schon in die große Nacht zurück,
„Und in Atomen selbst, in Trümmern
„Blieb keine Spur mehr, daß sie jemals waren.
„So auch, wenn unser Erdenball
„Zerronnen, wenn das unermeßne All
„Zerstoben ist, wird neues Leben gähren
„Und neu die Welt sich aus sich selbst gebären,
„Daß Ströme neuer Sonnen und Planeten
„Mit Wesen, die in Weh verbluten,
„Dahin durch neue Himmel fluthen.
„Nicht Halt, noch Rast ist in dem steten
„Geborenwerden und Vergehn u. s. w.
(v. Schack: „Nächte des Orients.")

Für unsern endlichen, innerhalb der Schranken von Zeit und Raum aufgewachsenen und dadurch beschränkten Geist oder Verstand sind allerdings die hier unerläßlichen oder auf keine Weise zu umgehenden Begriffe von **Ewigkeit** und **Unendlichkeit** unfaßbar oder vielmehr unvorstellbar; aber dennoch kann über die Sache selbst nicht der geringste Zweifel obwalten. Die einfachste Logik fordert diese einzig mögliche Lösung des großen Welträthsels, und es ist nur sonderbar oder unbegreiflich, daß gegen diese Lösung immer noch soviel grundloser Widerspruch erhoben wird. „Das Geheimniß des Daseins", so schrieb der Verfasser dieses Aufsatzes schon vor längerer Zeit in das Album eines Freundes, „ruht in der Figur des Kreises. Anfang-, end- und ursachlos

schlingt sich die Ewigkeit nur in sich selbst zurück und beginnt und hört auf an jedem Punkte des unermeßlichen Weltalls. Nur der menschliche Verstand, gewohnt, Alles, was ist, in Raum und Zeit und nach dem Gesetz von Ursache und Wirkung vor sich gehen zu sehen, schaudert, je weniger er sich von jenen beengenden Schranken durch Nachdenken und Kenntnisse entfernt hat, um so mehr vor dieser einfachen Lösung des großen Welträthsels zurück."

Allerdings kann oder soll nicht geleugnet werden, daß in einer solchen Lösung oder in der Aussicht auf eine ewige, end- und anfanglose und daher zwecklose Erneuerung der alten Bildungs- und Entwicklungsprocesse wenig Trost für den Einzelnen liegt, welcher sich so gern in dem Gedanken gefällt, daß er durch sein Leben und Streben einen mehr oder weniger großen Beitrag zur Erreichung großer und allgemeiner Ziele oder allgemeiner Menschheitsideale, welche bleibend für alle Zeiten sein würden, geliefert habe. Aber was ist oder bedeutet auch der einzelne Mensch im ewigen Kreislauf der Natur und Geschichte? Nicht mehr und nicht weniger, als was ein einzelnes Stoff-Atom im ewigen Kreislauf der Stoffe und Kräfte bedeutet. Wie dieses, so kommt, geht und verschwindet er wieder, wenn seine kleine Rolle auf dem großen Welttheater ausgespielt ist, um nachfolgenden und immer neu herandrängenden Schaaren ihm ähnlicher Einzelwesen Platz zu machen — ähnlich der Welle, welche aus dem unergründlichen Schooße des Oceans für einen kurzen Augenblick empor-

taucht, um sofort wieder von der nie ruhenden Schaar ihrer Nachfolger abgelöst zu werden. Auch dürfen wir nicht vergessen, daß die Natur nicht um des Trostes willen, den Dieser oder Jener in ihr zu finden oder nicht zu finden glaubt, sondern um ihrer selbst willen da ist, und daß ihr ewiger, gesetzmäßiger Gang Nichts zu thun hat mit den Leiden oder Freuden, mit den Schmerzen oder Wünschen, mit den Täuschungen oder Hoffnungen Derjenigen, welche ihr ewig kreisender Schooß geboren hat. Wir selbst aber können nichts Anderes thun, als sie nehmen, wie sie ist, und uns bei dem Gedanken beruhigen, daß die Wahrheit über allen göttlichen und menschlichen Dingen steht, und daß es besser ist, ihr unerschrocken in das Auge zu sehen, als sich selbst zu betrügen mit theologischen oder philosophischen Phantasiegebilden, welche bei dem ersten Windhauche der Wirklichkeit über den Haufen stürzen. Denn, wie Ludwig Feuerbach so treffend sagt, „dem Glauben ist nur das Heilige wahr, dem Wissen ist nur das Wahre heilig.“

Zur Philosophie der Zeugung.

„Dürften wir nicht theoretisiren, d. h. allgemeine Gesichtspunkte über die Naturerscheinungen aufstellen, so würde die Wissenschaft sich in eine verwirrte Menge von zusammenhangslosen Thatsachen auflösen, die sich selbst wahrscheinlich niemals entwirren würden."

Grove.

„Unwissenheit erzeugt viel häufiger Sicherheit, als es das Wissen thut. Es sind immer diejenigen, welche wenig wissen, und nicht diejenigen, welche viel wissen, welche positiv behaupten, daß dieses oder jenes Problem nie von der Wissenschaft werde gelöst werden."

Darwin.

„Die Metaphysiker sind eine stets geschlagene Armee, die vor dem ihr nachrückenden siegreichen Heere wissenschaftlicher Thatsachen auf ewiger Flucht sich befindet."

J. C. Fischer.

„[illegible]"

[illegible]

„[illegible]"

[illegible]

„[illegible]"

[illegible]

Am elften Januar des berühmten Revolutionsjahres 1848 — also nur wenige Wochen vor Beginn jener gewaltigen politischen Freiheitsbewegung, welche damals Europa durchzuckte, und deren Gedächtniß oder Andenken heutzutage so sehr verwischt ist, daß die jüngere Generation kaum mehr eine Ahnung besitzt von der großartigen Erhebung und Begeisterung des Volkes in jener großen Zeit — sprach Prof. Rudolf Virchow, gegenwärtig wohl die anerkannteste medicinische Autorität in Deutschland und vielleicht in der ganzen Welt, in einem vor der Berliner Gesellschaft für Geburtskunde gehaltenen Vortrag über „Das Weib und die Zelle" die folgenden prophetischen Worte:

„Die Entstehung und Entwicklung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geistiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieselbe berühren alle Fragen, welche der Menschengeist je über des Menschen Sein aufgeworfen hat." — „Die Beziehungen des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen heißt so viel als alle jene Mysterien lösen."

Diese Mysterien sind gleichbedeutend mit der großen, jetzt so viel ventilirten Frage nach der Stellung des

Menschen in der Natur und der ganzen übrigen Erscheinungswelt gegenüber. Denn, so fuhr Virchow weiter fort, „die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Spontaneität am Nervensystem und an der Seele — das sind die großen Aufgaben, an denen der Menschengeist seine Kraft mißt.“

Als Virchow diese Worte sprach, waren erst vier Jahre verflossen, seitdem durch Prof. Th. Bischoff's klassische Untersuchungen näheres Licht auf die Vorgänge der Zeugung und Befruchtung geworfen worden war — Vorgänge, die vorher in das tiefste Dunkel gehüllt waren. Aber Virchow's Scharfblick erkannte schon damals ganz richtig, welche Wichtigkeit oder Bedeutung diese Vorgänge für eine philosophische Beurtheilung des menschlichen Wesens in seinem Verhältniß zur übrigen Natur haben müßten; und die Zeit und die seitherigen Erfahrungen haben gelehrt, daß er darin vollkommen Recht hatte. Denn seit jener Zeit sind alle jene Fragen, welche Virchow im Sinne hatte und an welche man sich damals kaum zu rühren getraute, gewissermaaßen zum Tagesgespräch geworden — theils durch den Einfluß der Darwin'schen Theorie, theils durch denjenigen der materialistischen Philosophie, theils durch den Entwicklungsgang der Wissenschaft an und für sich.

Aber nicht genug, daß Virchow voraus sah, was kommen würde, er blickte auch tief genug, um zu wissen, durch wen es kommen mußte. Denn er fährt in jenem Aufsatz so fort:

„Mögen die spekulativen Wissenschaften in ihrer Beschränktheit voll Selbstgefühl auf die realistischen herabsehen, nie werden sie auch nur das kleinste Partikelchen dieser Fragen zu ergründen verstehen. Wenn sie die Schwierigkeiten ihrer empirischen Behandlung überhaupt fassen könnten, sie würden vor der Größe derselben zurückschrecken.“

Alles dieses hat sich im Laufe der Zeit Wort für Wort bestätigt, und so oft die spekulative oder Schul-Philosophie sich an diese Dinge herangetraute, machte sie jedesmal ein glänzendes Fiasko, wie freilich überall, wo philosophische Spekulation und Empirie oder Erfahrungswissenschaft feindlich zusammentreffen. Ein recht instruktives oder belehrendes Beispiel hierfür hat der Verfasser in einem kleinen Aufsatze „Zur Entstehung der Seele“ in seinen gesammelten Aufsätzen: „Aus Natur und Wissenschaft“ (III. Aufl., S. 361) dem Publikum vorzuführen Gelegenheit gehabt. Noch instruktiver war der in den Fünfziger Jahren geführte Streit über die allerdings nicht aus dem *spekulativen*, aber doch aus dem eng damit zusammenhängenden *spiritualistischen* Lager hervorgegangene berühmte *Seelensubstanz*-Theorie *Rudolf Wagner's*, welche Theorie sich ebenfalls auf die Vorgänge der Zeugung und Vererbung stützte und um jene Zeit ein so großes Aufsehen erregte, daß man kaum begreift, wie der ganze Streit jetzt so total vergessen sein kann, daß Niemand mehr davon spricht. Nicht weniger vergessen sind die zahllosen Spekulationen der ehemaligen Naturphilosophie über den hierin so

dankbaren Gegenstand, welche uns, wenn wir ihnen gelegentlich hier oder da wieder begegnen, wie Reminiscenzen aus längst verflossener Zeit anmuthen und so recht geeignet sind, den kolossalen Abstand zwischen der Denkweise von Damals und Heute zur Anschauung zu bringen. So schrieb noch im Jahre 1834 ein damals in hohem Ansehen stehender und auch in der That um die physiologische Wissenschaft hochverdienter Gelehrter, Prof. Purkynje, in einem, in der Berliner medicinischen Encyklopädie enthaltenen Aufsatz über organische Erzeugung zur Erklärung derselben Folgendes:

Diese Erzeugung läßt sich vorstellen „als ein besonderer Akt der Subjekt-Objectivirung der allgemeinen Natur, indem diese in ihrer Tendenz zum Selbstbewußtsein, zum Selbstgenuß allenthalben bestrebt ist, sich in organisirbaren Stoff und organisirende Kraft zu scheiden und durch eine Wechselwirkung zu verbinden, seine universale Individualität stets unter neuen Beschränkungen in ebensovielen untergeordneten organischen Monaden zu reflectiren, bis das Reich aller möglichen Existenzformen erschöpft ist.“

Welcher Klardenkende wird im Stande sein, sich aus diesen krausen und trotz ihrer Volltönigkeit im Grunde höchst ärmlichen Phrasen oder Redensarten, in deren Ideengang wir uns heute gar nicht mehr hineinzufinden im Stande sind, einen bestimmten Begriff von der Meinung des Definitors zu machen? Man wird es auch nicht in höherem Maaße im Stande sein, wenn derselbe, indem er der Sache etwas näher auf den Leib

rückt und den Zeugungsstoff selbst als „die Vereinigung des Ideellen und Materiellen" definirt, seine einleitende Auseinandersetzung folgendermaaßen schließt:

„Indem nun die Qualität in die Quantität tritt, ihren Inhalt in den Formen der Zeit und des Raumes auseinanderlegt, die Intension in die Extension übergeht, die intendirte Form in materieller organischer Gestaltung ihre Realität erlangt, die reine abstracte Bestimmtheit der Idee die bestimmungslose Materie thätig bestimmt und organisirt, bis sie sich in vollendeter Gestaltung verkörpert hat, nennen wir diesen Proceß die Evolution, und beider Einheit ist die Erzeugung."

Aehnliche verworrene Ergüsse philosophischer Phantasterei, welche uns, wie gesagt, heute ganz sonderbar und wie Reminiscenzen aus längst vergangener Zeit anmuthen, und wobei wir kaum begreifen, wie man solche Expektorationen jemals für Weisheit und Wissenschaft halten konnte, könnten wir noch gar viele vorführen, und zwar nicht bloß aus älterer, sondern sogar noch aus neuerer und selbst neuester Zeit; aber wir ziehen es vor, uns von den Philosophen zu den eigentlichen Naturforschern, zu den Empirikern oder Spezialisten zu wenden, welche leider in den entgegengesetzen Fehler verfallen sind und da, wo die Philosophen zu Viel thaten, zu Wenig gethan haben. Schon Virchow erhebt gegen sie in dem Eingangs citirten Aufsatz mit Recht den Vorwurf, daß sie an den alltäglichen Wundern das Wunder selbst übersehen, grade so wie man ihnen bei Gelegenheit der Darwin'schen oder Abstammungs-Theorie mit Recht

vorgeworfen hat, daß sie vor lauter Bäumen den Wald nicht sehen oder gesehen haben, d. h. daß sie vor den vielen Einzelthatsachen, mit denen ihr Studium sie bekannt machte, nicht im Stande waren, die eine und große Thatsache des Zusammenhangs aller organischen Wesen unter einander zu gewahren. Es war ein großer Fehler der eigentlichen Naturforschung in den hinter uns liegenden Jahrzehnten, daß sie, wohl meist aus Abneigung oder Mißtrauen gegen die ehemalige Natur-Philosophie, von der soeben eine so abschreckende Probe gegeben wurde, sich allem philosophischen Denken oder Theoretisiren in hohem Grade abhold zeigte und immer nur Thatsachen auf Thatsachen, Beobachtungen auf Beobachtungen häufte, ohne zu bedenken, daß ein solches Verfahren dem Verfahren eines Baumeisters gleichen würde, der immer nur alles denkbare Material für seinen Bau zusammentragen wollte, ohne jemals an das Bauen selbst zu denken. Erst die philosophische Bewegung, welche durch das Auftauchen der Darwin'schen Theorie, vielleicht auch durch den Einfluß der aus langem Schlafe zuerst wieder in Deutschland erwachten materialistischen Philosophie in die Naturwissenschaften gebracht wurde, stellte die nothwendige Verbindung von Empirie und Spekulation, von Erfahrung oder Forschung und von philosophischer Benutzung des Erfahrnen und Erforschten einigermaaßen wieder her; und unsre Gelehrten von Heute schämen sich zumeist nicht mehr, wie ehedem, aus dem engen Rahmen ihrer Fachstudien herauszutreten und auch noch nach andern Dingen sich umzusehen, als bloß nach Waage,

Mikroskop, neu entdeckten Muskeln, Drüsen oder Planeten, galvanisirten Froschschenkeln u. s. w. u. s. w.

Nichtsdestoweniger blieben die vielfach angestellten Versuche, sich auf dem einen oder andern Wege einer genügenden Erklärung oder Theorie der hier vorliegenden Thatsachen im Zusammenhang mit den verwandten Fächern der Naturforschung zu bemächtigen, bisher derart erfolglos, daß schließlich angesehene wissenschaftliche Autoritäten erklären durften, die Philosophie der Zeugung und Vererbung werde ewig ein unlösbares Räthsel für uns bleiben!!

Diese Behauptung erscheint allerdings vollkommen zutreffend, so lange man jene merkwürdigen Vorgänge mit vorgefaßten und namentlich mit spiritualistischen Meinungen oder von spiritualistischen Standpunkten aus ansah — wie dieses bisher fast ausnahmslos und zwar nicht bloß von Philosophen, sondern auch von der Mehrzahl der Aerzte und Naturforscher geschah — wo sie alsdann allerdings vollkommen räthselhaft und unbegreiflich erscheinen müssen! So gelangt z. B. Herr Prof. Naumann in Bonn in einer gegen den Verfasser dieses Aufsatzes gerichteten Schrift*), in welcher er die alte, bereits von K. Vogt so klein gemachte Seelensubstanz-Theorie wieder aufwärmt, bei Besprechung der Frage, wie und auf welche Weise die Seelensubstanz in den befruchteten Keim und in die organischen Keime

---

*) Naumann: Die Naturwissenschaften und der Materialismus. Bonn, 1869.

überhaupt hineingelange, zu dem naiven und das eben Gesagte bestätigenden Geständniß, daß wir mit dieser Frage „an der Schwelle einer höheren Ordnung der Dinge stünden", welche wir nicht zu überschreiten vermöchten. Auch der Philosoph Ulrici*) weiß sich in dieser kitzlichen Frage nicht anders, als durch Rückkehr zu der berüchtigten Seelensubstanz, welche er als eine Art von „Fluidum"(!!) definirt, und durch Aufeinanderhäufung einer Anzahl krauser Redensarten ohne bestimmten Sinn zu helfen. Unter der Voraussetzung der herrschenden physikalischen Begriffe aber von Kraft und Stoff und ihrem Verhältniß zu einander erscheint auch ihm die Schwierigkeit als „schlechthin unlösbar." (S. 136.)

Alles dieses erscheint, wie gesagt, vollkommen richtig, wenn man den Maaßstab der bisher geltenden spiritualistischen oder die Existenz eines besonderen, für sich bestehenden, vom Körper trennbaren Seelenwesens behauptenden Meinungen an die wichtige Frage anlegt. Ganz anders dagegen stellt sich die Sache, sobald man dieselbe von dem Standpunkte des Verfassers dieses Aufsatzes oder von dem Standpunkte der realistischen, empiristischen, materialistischen Philosophie aus betrachtet. Hier löst sich sofort Alles in sehr einfache und klare Principien auf, bei denen alsdann nur Eines zu bewundern oder zu verwundern bleibt — Eines, das uns aber um deßwillen nicht irre machen darf, weil wir

---

*) Dr. H. Ulrici: Gott und der Mensch. I. Leib und Seele. Leipzig, 1866.

demselben überall dort zu begegnen gewohnt sind, wo wir auf dem Wege wirklicher Forschung und richtiger Erkenntniß der Thatsachen in die zahlreichen und tiefen Geheimnisse der Natur einzudringen versuchen — es ist die Erkenntniß, daß und wie die Natur mit den kleinsten und unscheinbarsten Mitteln und ohne Hülfe außernatürlicher Kräfte die größten und wunderbarsten, anscheinend unmöglichsten Wirkungen hervorbringt oder hervorzubringen im Stande ist, und wie namentlich in unserem Falle die endlose und unbegreifliche Feinheit der organischen Elemente und ihrer innersten Zusammensetzung und Bewegung die Ursache für Wirkungen wird, welche ohne eine solche Feinheit oder Kleinheit der Elementarorgane gänzlich und durchaus unverständlich bleiben müßten.

Doch ist es Zeit, daß nach dieser langen Einleitung zur Schilderung oder Mittheilung der, dem nicht anatomisch gebildeten Leser unbekannten Thatsachen selbst, auf welchen eine wirkliche Philosophie der Zeugung und Vererbung aufgebaut werden soll, geschritten werde. Diese Thatsachen gehören zu den wunderbarsten der gesammten Naturforschung und bieten auch schon an und für sich und ohne Rücksicht auf ihre philosophische Bedeutung für den gebildeten Leser das größte Interesse dar. Voraus muß jedoch geschickt oder bemerkt werden, daß, was wohl den meisten der verehrten Leser bereits bekannt sein wird, die gesammte organische Welt von Unten bis Oben, Pflanze wie Thier, sich in letzter Linie aus einem einzigen, in seinen wesentlichen Bestandtheilen

überall gleicher Form- oder Ur-Element zusammensetzt, welches den ersten Anfang und die Grundlage aller späteren noch so complicirten organischen Bildungen ausmacht. Dieses Element ist die s. g. Zelle, ein kleines, meist nur mit bewaffnetem Auge wahrnehmbares, im vollkommnen oder ausgebildeten Zustande aus Zellhaut, Inhalt und Kern bestehendes Gebilde oder Bläschen, welches die Fähigkeit besitzt, einen Stoffwechsel mit den umgebenden Flüssigkeiten zu unterhalten und alle denkbaren Umwandlungen aus sich hervorgehen zu lassen.*) Da es nun gegenwärtig ein ziemlich allgemein angenommenes Axiom ist, daß jede Zelle immer nur wieder von einer andern Zelle abstammen kann, oder daß die von Virchow aufgestellte Regel „Omnis cellula ab cellula" richtig ist (eine Regel, von welcher nur einige niederste, aus s. g. Protoplasma bestehende und die Stufe der ausgebildeten Zelle noch lange nicht erreichende organische Bildungen eine Ausnahme zu machen scheinen) — so folgt daraus mit logischer Nothwendigkeit, daß alle organischen Wesen der Erde in einer nothwendigen und unmittelbaren oder ununterbrochenen Zellenerbfolge unter einander stehen müssen, und daß die Continuität des Lebens, die sich von Zelle zu Zelle, von Individuum zu Individuum, von Geschlecht zu Geschlecht fortspielt, nirgendwo unterbrochen werden kann, ohne für immer verloren zu gehen.

---

*) Näheres über diesen Gegenstand in des Verfassers: „Physiologische Bilder", I. Band; 2. Auflage, in dem Aufsatz: „Die Zelle."

An keinem Punkte des organischen Lebens zeigt sich nun dieses Princip der continuirlichen Zellenerbfolge deutlicher und hervorstechender, als bei jener wichtigen Funktion des organischen Körpers, welche dessen Fortpflanzung oder die Erhaltung der Art bezweckt, also bei den Vorgängen der Zeugung, Entwicklung und Vererbung oder bei dem Verhältniß zwischen Eltern und Kind, zwischen Erzeuger und Erzeugtem; und man kann sich in der That keine höheren und vollendeteren Repräsentanten des Zellentypus in seiner Totalität vorstellen, als jene beiden Arten von Zellen, welche einerseits der männliche und andrerseits der weibliche Körper behufs des wichtigen Geschäftes der Fortpflanzung in sich entwickeln und hergeben — es sind von Seiten der Frau die weibliche Keimzelle oder das Ei, von Seiten des Mannes die männliche Keimzelle oder der Saamen.

Allerdings findet ein solches Begegnen dieser beiden, von gesonderten Geschlechtern gelieferten Keimstoffe nicht überall in der Natur, sondern nur da oder dort statt, wo die s. g. geschlechtliche Zeugung besteht. Aber außer dieser geschlechtlichen Zeugung gibt es noch eine andere und unendlich häufigere Art der Fortpflanzung oder die s. g. ungeschlechtliche Zeugung, d. h. eine Zeugung ohne Concurrenz zweier getrennter Individuen oder Zeugungsorgane. Diese Art der Fortpflanzung findet sich nur bei niederen Organismen (niedere Thiere und viele Pflanzen) in der Form der s. g. Knospung, Sprossung, Abschnürung, Theilung,

Sporenbildung, Ammenzeugung u. s. w. und ist von der geschlechtlichen Zeugung durch keine scharfe Grenze getrennt, wie schon die unbeständige Conjugation und Copulation bei vielen jener niedersten Organismen beweist. Alle höheren Thiere dagegen, namentlich die Wirbelthiere und der Mensch, pflanzen sich in der Regel nur geschlechtlich fort, und der Anfangs oder in der niederen Thierwelt nur wenig bemerkbare oder gar nicht vorhandene Unterschied oder Gegensatz der Geschlechter wird um so deutlicher oder tritt um so stärker hervor, je höher und complicirter die Bildung eines Thieres, oder je höher seine Stellung in der allgemeinen Stufenfolge oder auf der thierischen Stufenleiter ist. Der ganze Geschlechtsunterschied ist eigentlich nichts weiter, als eine Folge sehr weit vorangeschrittener Arbeitstheilung — also eines Princips, von dem wir wissen, daß dasselbe eine der hauptsächlichsten Ursachen für die allmählig fortschreitende Differenzirung oder Sonderung der einzelnen Organe des Thierkörpers und damit für dessen stetige Vervollkommnung und höhere Entwicklung bildet. Er tritt daher auch, wie gesagt, um so deutlicher hervor, je höher ein Thier auf der thierischen Stufenleiter steht. Daraus darf man auch den wichtigen Schluß ziehen, daß der Geschlechtsunterschied als solcher, welcher ja in unserm socialen Leben eine so überaus wichtige Rolle spielt und ohne welchen wir wahrscheinlich nicht einmal eine Dichtkunst haben würden, durchaus nicht auf einem allgemeinen und durchgreifenden Naturgesetz beruht, und daß namentlich jener s. g. polare

Gegensatz der Geschlechter, von welchem die ehemalige Naturphilosophie einen so ausgiebigen Gebrauch machte, und welcher auch heute noch vielfach in naturphilosophischen Schriften spukt, weil ihre Verfasser von den Thatsachen der Natur nichts wissen — in das Gebiet der Mährchen verwiesen werden muß! Dieser angebliche Gegensatz findet schon eine schlagende Widerlegung in der Existenz der s. g. Hermaphrodisie oder des Hermaphroditismus oder der s. g. Zwitterbildung, eines Zustandes, bei welchem die Organe beider Geschlechter in einem Individuum vereinigt sind, und der sehr verbreitet in Pflanzen- und Thierwelt ist. Derselbe findet sich sogar bei unserm eignen Geschlecht oder dem Menschen, wenn auch nicht als normaler oder wirklicher Hermaphroditismus, sondern als krankhafte oder abnorme Bildung, wohl veranlaßt durch thierische Erbfolge in der Form des s. g. Atavismus oder Rückschlags. Auch ist es eine bekannte Thatsache, daß wir selbst in der ersten Zeit unsres s. g. embryonalen Lebens, d. h. unsres Lebens als Keimling geschlechtslos sind, indem wir hier gewissermaaßen die untersten Stufen der Thierheit repräsentiren. Erst gegen das Ende des dritten Schwangerschaftsmonats wird das Geschlecht des menschlichen Embryo oder Keimlings deutlich erkennbar. Ebenso ist bekannt, daß sich die Zeugungsorgane beider Geschlechter, namentlich die inneren, im Anfang aus ganz gleichen oder ähnlichen Bildungen oder Anlagen hervorentwickeln und sogar im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung eine große Menge übereinstimmender oder analoger Merkmale

behalten. Daher kommt denn auch die merkwürdige Thatsache, daß wir selbst noch auf der letzten und höchsten Stufe der Entwicklung die deutlichen und unverkennbaren Ueberreste oder Rudimente jener ehemaligen Gleichheit oder Vermischung in unserm Körper mit uns herumtragen, wie das weibliche Organ, der weibliche Bart, der Nebeneierstock, der männliche Uterus, die männlichen Milchdrüsen u. s. w. Aus Allem diesem darf, wie gesagt, zum Mindesten gefolgert werden, daß die Annahme jenes polaren Gegensatzes der Geschlechter, von dem so viel geredet worden ist und noch geredet wird, vor den Wissenschaften der Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie nicht bestehen kann, und daß, wie Darwin bemerkt, „geschlechtliche und ungeschlechtliche Zeugung, durch welche beide weit von einander verschiedene Processe dasselbe lebende Wesen beständig erzeugt wird, fundamental dieselben sind.“ [50])

Uebrigens wollen wir diesen Gegenstand, so interessant und wichtig er auch an und für sich ist, und so sehr er geeignet sein mag, ein ganz eigenthümliches Licht auf die s. g. Frauenfrage und auf die gegenwärtig so viel ventilirte Frage von der politischen und gesellschaftlichen Unterordnung der Frau zu werfen — als in seiner weiteren Entwicklung nicht hierher gehörig verlassen und wieder zu dem eigentlichen Thema oder den Keimstoffen zurückkehren, welche letzteren, ehe wir wagen dürfen, über ihre Bedeutung zu spekuliren, zuvor einer kurzen anatomischen und physiologischen Betrachtung unterworfen werden müssen.

Es mag, da die Damen immer den Vortritt haben, mit der Betrachtung der weiblichen Keimzelle oder dem Ei begonnen werden.

Das Ei des Menschen und der Säugethiere ist, obgleich in ihm die Fähigkeit zu so großartiger und von seiner ersten Form so himmelweit verschiedener Weiterentwicklung liegt, doch an sich ein sehr kleines und unansehnliches Gebilde und mißt nie mehr, als den zehnten bis zwanzigsten Theil einer Linie oder ein Fünftel bis Zehntel Millimeter, so daß es mit bloßem Auge kaum oder gar nicht sichtbar ist. Es ist kugelrund und besteht zunächst aus einer das Ganze umgebenden, verhältnißmäßig dicken Hülle, die wie eine helle Lage den Dotter umgibt und daher den Namen Zellhaut, Dotterhaut oder durchscheinende Haut (Zona pellucida) erhalten hat. Dieselbe erscheint in vielen Fällen feinstreifig, wie von s. g. Porenkanälen oder haarfeinen, radial gegen den Mittelpunkt gerichteten Linien durchsetzt, kann aber auch eine concentrische Schichtung darbieten. Ob dieselbe eine s. g. Mikropyle oder eine feine Oeffnung zum Eindringen der Saamenfäden besitzt, ist noch nicht ausgemacht; doch lassen Untersuchungen von Pflüger, v. Beneden, Keber und A. solches als möglich oder wahrscheinlich erscheinen.

Der von dieser Haut umschlossene, aus s. g. Protoplasma gebildete Dotter oder Ei-Inhalt kann als eine Emulsion oder Suspendirung von zahllosen größeren und kleineren, bald helleren, bald dunkleren fettähnlichen Kugeln und Körnchen in einem zähen, halb durchsichtigen Bindemittel bezeichnet werden.

Mitten in diesem Dotter sieht man, in der Regel etwas seitlich gelegen, den Zellkern oder das **Keimbläschen** (vesicula germinativa), ein kugelrundes, bläschenförmiges Gebilde von $^1/_{50}$ Linie Durchmesser, welches nach seinem Entdecker Purkinje auch das Purkinje'sche Bläschen genannt wird. Es enthält in seinem wasserhellen Innern ein noch kleineres dunkles Körperchen oder ein festes Korn, welches dem Kernkörperchen des Zellkerns entspricht und hier den Namen **Keimfleck** (macula germinativa) oder Wagner'scher Fleck trägt. Seine Größe wird auf den dreihundertsten bis vierhundertsten Theil einer Linie geschätzt.

Dieses einfache und doch wieder bei aller Einfachheit sehr complicirte Gebilde verdankt seine Entstehung dem s. g. **Eierstock** oder der weiblichen Keimdrüse, einem kleinen, platten, bohnenförmigen etwa 1 bis $1^1/_2$ Zoll langen, im Unterleib zu beiden Seiten der Gebärmutter gelegenen, doppelt vorhandenen Organ, welches aus einem zähen Lager von Bindegewebsfasern, dem s. g. Keim- oder Eilager (stroma), besteht, zwischen welchen Fasern zahllose Zellen und Zellenkerne eingebettet liegen. Aus diesen Zellen entwickelt sich das Ei, aber nicht frei, sondern innerhalb eines rundlichen überall geschlossenen, häutigen Säckchens oder Bläschens, welches **Eikapsel** oder **Graf'scher Follikel** genannt wird, und welches in seinem Innern außer einer dasselbe erfüllenden hellgelben Flüssigkeit das Ei enthält. Jeder Eierstock nun birgt in seinem Stroma oder Eilager eine ziemliche Anzahl dieser Follikel, und zwar in allen mög-

lichen Stadien der Entwicklung, indem sich dieselben, einer nach dem andern, mehr und mehr ausdehnen oder reifen und dabei nach der Oberfläche des drüsigen Organs, in welchem sie enthalten sind, drängen. Im ganz entwickelten Zustande werden sie so groß wie eine Erbse und erhalten einen Durchmesser von 3—4 Linien. Sie führen auch nach ihrem Entdecker de Graaf den Namen der Ovula Graafiana oder Graaf'schen Eier, da man sie früher und zwar lange Zeit hindurch fälschlicherweise für die Eier selbst hielt. Dieselben kommen, wie gesagt, mit zunehmender Reife der Oberfläche des Eierstocks immer näher, bis sie zuletzt durch fortwährende Schwellung und Anfüllung sich über diese hervorwölben und schließlich, wenn die umschließende und an der höchstgelegenen Stelle durch entzündliche Erweichung mürbe und dünn gewordene Hülle den von Innen wirkenden Druck nicht mehr auszuhalten vermag, auf der Höhe ihrer Entwicklung platzen oder sich öffnen und ihren Inhalt mit Einschluß des Eis, welches sich selbst seinerseits inzwischen in der Weise entwickelt hat, daß das zuerst vorhandene Keimbläschen sich durch Anziehung mit Dottermasse und schließlich mit der Dotterhaut umhüllt hat — frei nach Außen entleeren. Nach andern Beobachtern tritt das junge, im Epithelium des Eierstocks gebildete Ei sogleich als fertige Zelle, wenn auch ohne Hülle, auf und vergrößert nur bei späterer Entwicklung sein ursprünglich in sehr dünner Schicht vorhandenes Protoplasma durch Wachsthum und Entwicklung der in demselben vorhandenen Formelemente. Auch ist es nicht von Anfang an in dem Graaf'schen

Follikel enthalten, sondern geräth durch s. g. Einstülpung in schlauchartige Bildungen, welche sich gegen das Innere des Eierstocks erstrecken. Hier erst entsteht durch Umhüllung mit Zellen das fertige Ei mit Dotter und umhüllender Haut und die umgebende Eikapsel, in welcher das Eichen selbst durch eine die Innenwand der Kapsel auskleidende Lage rundlicher Pflasterzellen „wandständig" festgehalten wird.

Ist der Follikel in der beschriebenen Weise geöffnet und hat seinen Inhalt nach Außen entleert, so entsteht an der geöffneten Stelle durch spätere Verwachsung eine Narbe und zugleich in Folge eines kleinen, bei der Oeffnung erfolgten Blutergusses und schwammartiger Hervorwucherung plastischer Zellmasse ein runder, gelblicher Körper, das s. g. Corpus luteum, welcher Körper, wenn das Ei unbefruchtet bleibt, binnen wenigen Monaten durch Rückbildung spurlos verschwindet, während derselbe im Falle einer eintretenden Schwangerschaft sich nebst der Narbe Jahre lang sichtbar erhält — wahrscheinlich in Folge des durch die Schwangerschaft veranlaßten stärkeren Blutzuflusses und Erregungszustandes in den inneren Geschlechtsorganen. Man hat darnach s. g. *wahre* und *falsche* gelbe Körper unterschieden und ist im Stande, an dem Vorhandensein der ersteren in einer weiblichen Leiche die stattgehabte Existenz einer Schwangerschaft zu erkennen.

Nun entsteht als nächstliegend die Frage: Was wird aus dem Ei, nachdem es den Follikel oder die Eikapsel verlassen hat? Ehe wir jedoch zur Beantwortung

dieser Frage schreiten, mag bemerkt werden, daß die Entdeckung des Eies des Menschen und der Säugethiere an und in seiner Ursprungsstätte, d. h. in dem Eierstock, eine der schwierigsten, aber auch eine der glänzendsten und folgewichtigsten Entdeckungen oder Erwerbungen der Wissenschaft bildet. Sie ist auch ziemlich neu, da sie erst im Anfang dieses Jahrhunderts oder im Jahre 1827 durch den berühmten Embryologen von Baer geschah, nachdem man allerdings das losgelöste Ei innerhalb des Eileiters schon weit früher gesehen oder gekannt hatte. Zwei Jahre vorher hatte derselbe Purkinje, der im Eingang dieses Aufsatzes Erwähnung fand, das Keimbläschen im Vogelei nachgewiesen. Uebrigens ist der berühmte holländische Anatom und Physiolog Regner de Graaf (gest. 1673), von welchem die Graaf'schen Follikel den Namen haben, der großen Entdeckung, deren Zustandekommen so viel Zeit erforderte, bereits sehr nahe gewesen. Aber seine ausgezeichneten Arbeiten konnten die Anerkennung seiner gelehrten, in groben Vorurtheilen befangenen Zeitgenossen nicht finden, und so mußten noch zwei volle Jahrhunderte vergehen, bis die Entdeckung wirklich gemacht wurde. [51])

Nachdem das Eis jener Vorurtheile einmal gebrochen war, folgten sich die übrigen Entdeckungen einander sehr rasch. 1834 wies der Franzose Coste die Existenz des Keimbläschens im Säugethiere nach; und 1835 gelang Rudolf Wagner, dem berühmten Physiologen und ersten Erfinder der „Seelensubstanz", die Entdeckung des Keimflecks oder der macula germinativa. Neun Jahre

später, also im Jahre 1844, zu einer Zeit, da der Verfasser grade dortselbst studirte, fand die ganze Entdeckung ihre Vervollständigung durch den von Prof. Th. Bischoff in Gießen geführten, außerordentlich wichtigen Nachweis, daß die s. g. Menstruation oder die monatliche Reinigung der menschlichen Frau, deren eigentliche physiologische Bedeutung bis dahin ganz unbekannt oder falsch aufgefaßt worden war, nichts Anderes sei, als der äußere Ausdruck des soeben beschriebenen Processes der Eilösung oder der alle 28 Tage regelmäßig vor sich gehenden Reifung eines Graaf'schen Follikels und der damit verbundenen Loslösung und Ausstoßung eines Eies aus dem Eierstock.

Damit war zugleich bewiesen, daß die menschliche Menstruation gleichbedeutend sei mit der s. g. Brunst der Thiere, von der man allerdings schon vorher wußte oder gewußt hatte, daß sie eine begleitende Erscheinung der periodischen Eilösung sei. Nur unterscheidet sich die letztere von der ersteren dadurch, daß sie nur ein- oder zweimal im Jahre, aber mit einer größeren Anzahl von Eiern und geringerer Blutung eintritt. Uebrigens ist die Menstruation nicht alleiniges Eigenthum des menschlichen Weibes, da man 28tägige Wiederkehr derselben auch bei einigen Affen der Alten Welt beobachtet hat.

Vor jener Zeit oder bis zu Bischoff's Entdeckung hatte man keine Ahnung von dem eigentlichen Zusammenhang und hielt die Menstruation für einen bloßen, mit dem Mondumlauf in Verbindung stehenden Reinigungsakt des weiblichen Körpers von giftigem oder verdorbenem

Blute. Andrerseits huldigte man der ganz falschen, aber in Anbetracht der Umstände sehr entschuldbaren Meinung, daß die Reifung und Loslösung eines Eies immer nur Folge einer fruchtbaren Vermischung sein könne; und mancher unschuldigen Jungfrau wurde noch nach ihrem Tode großes Unrecht angethan, wenn man auf den Eierstöcken ihrer Leiche die vorhin beschriebenen gelben Körper fand, da man dieselben als vollgültigen Beweis dafür ansah, daß eine solche Vermischung während des Lebens stattgefunden haben müsse.

Aber in der That ist diese Meinung ganz falsch, und man ist jetzt vollständig darüber im Klaren, daß jene Reifung und Loslösung der Eier mit einer fruchtbaren Vermischung gar nichts zu thun hat, sondern ein regelmäßiger, alle vier Wochen wiederkehrender Lebensproceß ist. Man kann daher jede Menstruation gewissermaaßen als den Anfang einer Schwangerschaft oder als eine beginnende Schwangerschaft ansehen, welche aber nur dann ihren regelmäßigen Lauf fortsetzt, wenn das losgelöste Ei auf seinem weiteren Lebenswege dem dasselbe befruchtenden Princip des männlichen Saamens begegnet. Wohl kann oder mag es vorkommen, daß in einzelnen Fällen das Bersten oder die Eröffnung eines bereits gereiften und gespannten Follikels durch die mit dem Vermischungsakt verbundene körperliche Aufregung veranlaßt oder beschleunigt werden mag, aber dieses ist ein nur zufälliges, kein nothwendiges Ereigniß.

Daß die wahre Bedeutung der menschlichen Menstruation so lange verborgen bleiben konnte, erscheint

uns heute fast unbegreiflich und zeigt wieder, gleich so vielem Aehnlichen, wie außerordentlich langsam der Fortschritt der menschlichen Erkenntniß von Statten geht. Die Existenz der gelben Körper war zwar lange vorher bekannt; aber sie wurden, wo man sie fand, nur als Beweis verlorner Keuschheit angesehen, und wurde damit, wie bereits erwähnt, mancher Unschuldigen noch nach ihrem Tode schweres Unrecht angethan. Uebrigens darf man die Menstruation nicht so auffassen, als ob sie die unmittelbare Folge der Eilösung sei, was schon um deßwillen unmöglich erscheint, weil beide nicht immer zeitlich ganz genau zusammentreffen, sondern bald einander vorangehen, bald nachfolgen. Die gemeinschaftliche Ursache für beide ist vielmehr ein erhöhter Blutzufluß und Reizzustand in den inneren Geschlechtsorganen, welcher vielleicht gleichzeitig dazu beiträgt, daß das in der Gebärmutter angekommene Eichen durch die geschwellte und wundgemachte Schleimhaut der letzteren leichter aufgenommen und festgehalten wird. Daher kann es denn vorkommen, daß Eilösung und Menstruationsblutung nicht immer nothwendig zusammenfallen, indem bei dem Eintritt der Congestion oder Blutfülle zufällig grade kein Follikel einen so hohen Grad von Reife besitzt, daß ihn die Congestion zum Bersten bringen kann.

Was nun die weiteren Lebensschicksale oder den weiteren Lebensweg des Eies angeht, so fällt oder gelangt dasselbe nach dem Platzen des Follikels und dem Verlassen des Eierstocks in den s. g. Ovidukt oder Eileiter, d. h. in eine häutige Röhre, welche beiderseits

die Verbindung zwischen Eierstock und Gebärmutter herstellt. Diese Röhren stehen allerdings in keiner unmittelbaren anatomischen Verbindung mit den Eierstöcken und werden auch Muttertrompeten genannt, wegen ihrer eigenthümlichen trompetenförmigen Gestalt, wobei das enge Ende an der Gebärmutter festgewachsen ist, während das weite offen ist und sich mit seiner Oeffnung oder Mündung dem Eierstock zuwendet. Diese weite Mündung nun ist rings mit einer Anzahl häutiger Zipfel oder Fransen besetzt, welche im Momente der Eilösung, wahrscheinlich durch Nervenreiz oder Blutanfüllung dazu veranlaßt, in eine Art von Erektions- oder Aufrichtungszustand gerathen und dabei den Eierstock mechanisch umfassen oder sich fest an seine Oberfläche anlegen. So kann es nicht anders sein, als daß das Ei, welches wohl mit einer gewissen Gewalt aus dem berstenden Follikel ausgestoßen werden mag, in das Innere des Eileiters hineinfällt oder hineingeräth. Dieses ist wenigstens die Regel. Aber es kommt mitunter, wenn auch selten, vor, daß das Ei diesen normalen Weg nicht betritt, sondern daneben fällt, d. h. in den durch die Bauchhöhle gebildeten freien Raum gelangt. Dieses gibt, wenn das Ei um diese Zeit bereits befruchtet war, Anlaß zur Entstehung der s. g. Graviditas extrauterina, d. h. zu einer Schwangerschaft außerhalb der Gebärmutter oder außerhalb des normaliter dafür bestimmten weiblichen Fruchthälters — ein Zustand, welcher in der Regel den Untergang der Mutter auf eine elende Weise herbeiführt.

Ist nun das Ei in dem Eileiter angelangt, so wandert es in demselben weiter und zwar in der abwärts gehenden Richtung nach dem Fruchthälter zu. Die Frage, durch welche Kräfte dieses geschieht, beantwortet sich theils aus den s. g. peristaltischen oder wurmförmigen Bewegungen des Eileiters selbst, theils aus der Wirkung der in gleicher Richtung schwingenden Cilien oder Flimmerhaare, welche die Oberfläche der die innere Auskleidung des Eileiters bildenden Schleimhaut bedecken. Vielleicht tragen auch noch eigne rotirende Bewegungen des Eies selbst dazu bei. Jedenfalls geschieht das auf solche Weise bewirkte Vorrücken des Eies sehr langsam, da dasselbe zu der kurzen, nur wenige Zoll weiten Wanderung von der Mündung des Eileiters bis in den Fruchthälter eines Zeitraums von sechs bis zwölf Tagen bedarf. Gleichzeitig mit und sogleich nach dem Austritt des Eies aus dem Graaf'schen Follikel beginnt die Weiterentwicklung desselben mit Hülfe der s. g. Dotterfurchung oder Dotterklüftung, oder jenes bekannten Furchungs- oder Theilungsprocesses im Innern des Eis, welcher gewissermaaßen die Bausteine zu dem Aufbau des künftigen Wesens zu liefern bestimmt ist, und dessen genauere Beschreibung nicht hierher gehört. *) Aber diese Weiterentwicklung hört sehr bald auf, und das Eichen löst sich allmählig bis zum völligen Verschwinden innerhalb des Eileiters oder der

---

*) Näheres in des Verfassers „Physiologische Bilder", II. Aufl. Erster Band, S. 261 und flgde.

Gebärmutter auf, wenn dasselbe nicht befruchtet worden ist. Andernfalls gelangt es unter fortwährender Weiterentwicklung bis in den Fruchthälter, setzt sich hier fest und bildet sich zum Embryo und Foetus oder zur s. g. Frucht aus. Auch der soeben erwähnte Furchungs- oder Theilungsproceß geht sehr langsam vor sich und kann bis zu acht Tagen dauern. Die hier sehr naheliegende Frage, wie lange das so den Eileiter durchwandernde Ei lebendig und befruchtungsfähig bleibt, ist nicht mit Bestimmtheit zu beantworten. Doch nimmt man an, daß diese Fähigkeit oder Möglichkeit innerhalb der weiblichen Generationsorgane bis zu einem Zeitraum von zwölf bis längstens vierzehn Tagen erhalten bleiben kann.

Noch wäre an dieser Stelle zu bemerken, daß das Ei vieler Thiere (so der Vögel und der beschuppten Amphibien) bei seiner Wanderung durch den Eileiter allerlei Zuthaten erhält und so durch Umhüllung mit dem s. g. Nahrungsdotter, mit Eiweiß und Schaale nach und nach bis zur Größe und Beschaffenheit des Jedermann bekannten Hühnereies heranzureifen im Stande ist — während es dagegen bei dem Menschen und bei den Säugethieren nackt bleibt und erst innerhalb des Fruchthälters sein weiteres Wachsthum vollendet. Das eigentliche Ei des Vogeleies dagegen oder die s. g. Keimscheibe ist an sich nicht größer, als das Säugethier-Ei auch.

Nachdem auf diese Weise die Betrachtung der weiblichen Keimzelle oder des Eies beendet ist, machen wir den Uebergang zu der Beschreibung der männlichen Keimzelle oder des Saamens. Dieselbe wird in

ähnlicher Weise, wie das Ei im Eierstock, gebildet in der männlichen Keimdrüse oder dem Hoden, einem ebenfalls sehr einfachen und durch die ganze Thierreihe nach demselben Modus oder Typus gebildeten Organe, bestehend aus einem Convolut einfacher oder verzweigter Canäle oder Schläuche, den s. g. Saamenkanälen, welche in ihrem Innern den Saamen oder das eigentliche Befruchtungselement ebenso aus einfachen Drüsenzellen entstehen lassen, wie das Ei aus den Zellen des Eierstocks entsteht. Uebrigens haben beide Organe oder männliche und weibliche Keimdrüse die größte Aehnlichkeit mit einander und sind bei vielen niederen Thieren so vollkommen gleich gebildet, daß eine Unterscheidung derselben nur durch ihr Sekret oder Absonderungsprodukt, d. h. Ei oder Saamen, möglich ist. Auch die ersten Veränderungen an der männlichen Keimzelle sind ganz analog denjenigen, welche wir an der Eizelle kennen gelernt haben, indem deren Inhalt einen Theilungs- oder Furchungsproceß durchmacht, als deren Ergebniß eine große Anzahl von s. g. Kernen oder Tochterzellen entsteht, welche sich nun in das eigentliche Element des männlichen Keimstoffes oder in die berühmten Saamenthierchen oder Saamenfäden (Spermatozoën oder Spermatozoïden) umwandeln, so daß der einzelne Saamenfaden nichts Anderes ist, als ein veränderter Zellenkern oder eine umgewandelte Tochterzelle, wobei der Zellenkern der letzteren zum Kopf, die Zellsubstanz zum Faden sich gestaltet.

Schließlich wird die Mutterzelle gesprengt, und die

Saamenfäden werden befreit, welche letztere sich nun unter dem Mikroskop oder zusammengesetzten Vergrößerungsglas als lange, stecknadelförmige, den Froschquappen ähnliche Körperchen darstellen, die sich, wenn ein verdünnendes Medium hinzukömmt, in einer lebhaften, schlängelnden und vorwärts strebenden Bewegung befinden. Reiner, unverdünnter Saamen, welchen man direkt den Saamenkanälchen entnimmt, ist fast bewegungslos, weil das Medium, in welchem sich die Saamenfäden befinden, zu dick ist, um deren Bewegung zu ermöglichen. Bei der s. g. Ejakulation oder der Ausschleuderung des Saamens aus dem Körper des Mannes werden demselben unterwegs eine Anzahl von Sekreten oder flüssigen Absonderungsprodukten aus den Saamenblasen, der s. g. Vorsteherdrüse, den Cowper'schen Drüsen u. s. w. beigemischt, welche die zur Befruchtung absolut nothwendige Bewegung der Saamenfäden vermitteln. Bringt man den Saamen in dieser Verdünnung unter das Mikroskop, so sieht man die Fäden in ungeheuren Mengen, ähnlich den Ameisen in einem Ameisenhaufen, durcheinander wimmeln.

Was die Bewegung selbst betrifft, so hat dieselbe große Aehnlichkeit mit der bekannten schlängelnden Bewegung der Froschquappen, mit denen die aus Kopf, Körper oder Mittelstück und Schwanz bestehenden Saamenfäden auch in ihrer äußeren Gestalt, wie schon erwähnt, große Aehnlichkeit haben; und es ist daher nicht zu verwundern, daß man dieselben lange Zeit nach ihrer Entdeckung für wirkliche Thiere hielt und daher Saamen-

17*

thierchen nannte. In Wirklichkeit aber ist diese Bezeichnung ganz falsch. Die Bewegung hat durchaus nichts Thierisches an sich, und es zeigt sich in ihr keine Spur von Willkührlichkeit, wie bei andern mikroscopischen Thieren. Sie ist vielmehr ganz mechanisch, rhythmisch, wellen- oder schraubenförmig, ähnlich den Bewegungen eines Aals oder einer Schlange, immer gradaus gehend und am passendsten zu vergleichen mit den Bewegungen der pflanzlichen Schwärmsporen oder der Muskelfaser oder der s. g. Cilien oder Flimmerhaare, welche letztere Bewegung bekanntlich sehr verbreitet im Thierkörper und so mechanisch ist, daß sie noch viele Tage nach dem Tode des letzteren fortzudauern vermag. Bei dem Saamenfaden ist es der einer einzelnen Cilie entsprechende haarförmige Fortsatz oder der dem Körper anhängende Schwanz, welcher pendelnde oder peitschende Bewegungen ausführt. Der einzelne Saamenfaden hat daher vollständig die Bedeutung einer einhaarigen s. g. Wimper- oder Geißel-Zelle, in welcher das Köpfchen den Zellenkern, das Mittelstück den Rest der Zellsubstanz und der Faden das Wimperhaar darstellt.

Was die Ursache der Bewegung anbetrifft und die Frage, ob dieselbe durch physikalische, chemische, elektrische oder endosmatische Einflüsse vermittelt sei, so ist darüber bis jetzt nichts entschieden. Man muß sich damit begnügen, auf die allgemeine Contractilität oder Zusammenziehungs-Fähigkeit des thierischen Protoplasma oder Zellstoffes zu verweisen und die Bewegungen der Saamenfäden als eine besondere Aeußerungs- oder Er-

scheinungsweise dieser Contractilität zu betrachten. Soviel ist jedenfalls gewiß, daß die Bewegung als solche eine große Energie oder Lebenszähigkeit besitzt, da sich dieselbe noch lange Zeit nach dem Tode (12—24 Stunden) erhält und innerhalb der weiblichen Geschlechtsorgane sogar bis zu acht Tagen fortdauern kann. Bei Thieren ist dieses noch in weit erhöhtem Maaße der Fall, da man im Stande ist, Eier von Fischen oder Fröschen mit künstlich verdünntem Saamen viele Tage lang nach Belieben zu befruchten. In dem s. g. Receptakulum oder Saamenbehälter der weiblichen Honigbiene gar bleibt bekanntlich der ihr zugeführte Saamen für eine Dauer von vier bis fünf Jahren lebendig und befruchtungsfähig. Merkwürdiger Weise vernichtet reines Brunnen- oder Regenwasser die Bewegung der Saamenfäden fast augenblicklich in ähnlicher Weise, wie dasselbe auch nachtheilig auf die Blutzellen einwirkt — eine Erfahrung von nicht zu unterschätzender Bedeutung in gesellschaftlicher oder nationalökonomischer Hinsicht. Doch kann die Bewegung der durch Einwirkung des Wassers in Form einer Oese zusammengerollten Fäden durch Zusatz einer Kochsalzlösung rasch wiederhergestellt werden. Eine gleiche Wirkung haben Lösungen von Zucker, Eiweiß, phosphorsaurem Natron, Kali, Harnstoff, Blutserum oder Blutwasser u. s. w.

Was die S c h n e l l i g k e i t der Bewegung anbelangt, so ist dieselbe zwar an sich sehr gering, aber doch bedeutend, wenn wir die außerordentliche Kleinheit des Objekts in das Auge fassen; die Fäden können etwa im

Zeitraum einer Minute die Länge einer Pariser Linie zurücklegen, oder einen Zoll in zehn bis zwanzig Minuten. Nach Henle sollen dazu nur 7½ Minuten nöthig sein. Es ist merkwürdig, daß die Saamenfäden des Menschen zu den kleinsten der ganzen Thierwelt gehören; die ganze Länge derselben beträgt nur den fünfzigsten Theil einer Linie, während der Kopf auf den fünfhundertsten bis sechshundertsten Theil einer solchen geschätzt wird. Bei Vögeln und Amphibien sind sie bedeutend größer, namentlich bei den Singvögeln, und nehmen bei den meisten Vögeln und vielen Fischen eine pfropfenzieherartige Gestalt an. Am größten findet man sie bei Molchen und Tritonen oder bei Thieren, welche sich auch durch die Größe ihrer Blutkörperchen auszeichnen; sie sind überdem hier mit einem durchscheinenden, im Wasser undulirenden Saum versehen. Dagegen ist die allgemeine Form oder Gestalt der Saamenfäden durch die ganze Thierwelt sehr ähnlich oder übereinstimmend; namentlich sind die Saamenfäden der Säugethiere und in weiterer Linie der Wirbelthiere fast ganz gleich denjenigen des Menschen oder stecknadelförmig. So groß aber die allgemeine Aehnlichkeit auch sein mag, so hat doch jede Thiergattung oder jede Thierart wieder ihre besondere, ihr eigenthümliche Form und Größe, mit zum Theil stärkeren, zum Theil geringeren Nüancirungen. Ja man muß annehmen, daß dieses nicht bloß bei jeder Thierart, sondern bei jedem einzelnen Individuum der Fall ist, wenn auch hier die Abweichungen oder Nüancirungen so geringer oder verborgener Art sind, daß wir sie mit unsern Hülfs-

mitteln nicht wahrzunehmen oder nachzuweisen vermögen.

Ziemlich abweichende und auffallende Formen zeigen die wirbellosen Thiere, obwohl auch hier im Wesentlichen immer derselbe, faden- oder stecknadelförmige Typus mit verdicktem Vorderende zu Grunde liegt. Sogar Schwämme und Polypen haben Saamenfäden, welche denen des Menschen und der Säugethiere ähnlich sind. Uebrigens haben alle Thiere Saamenfäden; und einen Saamen ohne dergleichen Formelemente kennen wir bis jetzt nicht. Sogar bei den Infusorien will man dieselben nachgewiesen haben. Auch die niedere Pflanzenwelt besitzt Saamenfäden, welche nicht allein in ihrem Bau und sonstigen Verhalten den thierischen vollkommen entsprechen, sondern auch in Bezug auf ihre Entstehungsweise die wunderbarste Uebereinstimmung mit letzteren zeigen. Sie dringen auch, gradeso wie die thierischen Saamenelemente, in die weibliche Pflanzenkeimzelle ein, um sich mit derselben zu vereinigen. Die Abbildungen, welche Prof. Hanstein (Das Protoplasma, 1880) von einigen Spermatozoïden niederer Pflanzen (Farn, Moos, Tang, Conserve) gibt, zeigen in ihrer äußeren Form die auffallendste Aehnlichkeit mit thierischen Saamenfäden. Welcher Theil bei den höheren phanerogamen Pflanzen dem thierischen Saamenfaden entspricht, ist noch streitig.

Die Entdeckung der Saamenfäden ist viel älter, als diejenige des Eies. Sie geschah im Jahre 1677 durch den deutschen Studenten Ham in Leyden mit Hülfe von

Vergrößerungsgläsern. Er zeigte sie seinem Lehrer, dem berühmten holländischen Physiker A. Leeuwenhoek (1630—1723), welcher sich mit Verfertigung von Brillengläsern und Mikroskopen beschäftigte und mit Hülfe der letzteren auch die Blutkörperchen oder Blutzellen zuerst genauer erkannt und beschrieben hatte. Dieser verfolgte die merkwürdige Entdeckung sofort und beschreibt die Saamenfäden bereits sehr genau. In einem an den damaligen Präsidenten der Königl. Gesellschaft in England, Viscount Brounker, gerichteten Schreiben bemerkt Leeuwenhoek, daß die von Ham ihm überbrachte Flüssigkeit eine Unzahl lebender Geschöpfe enthalten habe, deren wohl tausend auf die Größe eines Sandkorns gingen. Dasselbe sei bei anderem, von ihm untersuchten Saamen der Fall. L. fand nun rasch nacheinander die Saamenfäden der Säugethiere, Vögel, Fische und Insekten und beobachtete ihre eigenthümlichen Bewegungen. Unter solchen Umständen war es gewiß nicht zu verwundern, daß man die merkwürdigen Gebilde wegen ihrer eigenthümlichen Gestalt und Bewegung sofort für Thiere hielt und als solche beschrieb und benannte, und daß diese Meinung unter den Gelehrten bis vor nicht langer Zeit erhalten blieb. Man rechnete sie zu den Eingeweidewürmern, und eifrige Mikroskopiker beeilten sich, einen Magen und verschiedene andere Organe in ihnen zu entdecken, was sich übrigens später Alles als Schwindel herausstellte. Noch Andere gingen so weit, in den merkwürdigen Gebilden ein Vorbild der thierischen oder menschlichen Gestalt zu erblicken, so daß

nach ihnen das Saamenthierchen nur zu wachsen brauche, um sich nach und nach in ein fertiges Geschöpf umzubilden. Ja, es gab sogar Leute, welche in allem Ernste behaupteten, daß das Saamenthierchen ein förmlicher mikroskopischer Homunkulus sei, oder daß es eine kleine Menschen- (oder Thier-) Figur mit Kopf, Brust, Armen und Füßen darstelle, welche Theile sich dann schließlich durch fortwährendes Wachsthum in die einzelnen Körpertheile umbildeten — grade so wie es heute noch Leute gibt, welche dem Teufel, ohne ihn jemals gesehen zu haben, Hörner, Schwänze, Pferdefuß u. s. w. andichten. Selbst der gewissenhafte Leeuwenhoek war so sehr von diesen Ideeen beherrscht, daß er öfter Kopf, Arme und Beine zu erblicken glaubte, schließlich aber gesteht, nie zu Sicherheit in derartigen Beobachtungen gelangt zu sein. Dagegen aber hält er an der Ueberzeugung fest, daß die Spermatozoën einen ebenso verwickelten Bau besäßen, wie der reife menschliche Körper. Er hält es auch für der Mühe werth, in einem besonderen Schreiben die Ausführungen eines gewissen de la Plantade zu widerlegen, welcher die Entpuppung oder das Auskriechen eines Spermatozoën zu einer völlig ausgebildeten menschlichen Gestalt oder Figur unmittelbar gesehen haben wollte und eine entsprechende Abbildung beifügt. Dem gegenüber verfielen Andere wieder in das entgegengesetzte Extrem und behaupteten, daß die Saamenthierchen als solche mit der Befruchtung gar nichts zu thun und nur den Zweck hätten, durch ihre Bewegungen die Gerinnung des Saamens zu verhindern,

während noch Andere sie als eine Art Gährungserreger für die Eisubstanz betrachteten.

Natürlich kamen derlei angebliche Beobachtungen, wie sie eben geschildert worden sind, den früher allgemein herrschenden s. g. Präformations- oder Evolutions-Hypothesen, denen zufolge eine von Anbeginn der Schöpfung her angelegte Präformation oder Vorausbildung aller organischen Wesen mit Ineinanderschachtelung ihrer Keime in Ei oder Saamen die gemeinsame Ursache für deren Entstehung sein sollte — sehr zu Hülfe. [52]) Heutzutage jedoch weiß man mit voller wissenschaftlicher Bestimmtheit, daß alle diese Evolutions- oder Präformations-Hypothesen vollkommen falsch sind, und daß weder im Ei, noch im Saamen die leiseste Spur einer Vor- oder Vorausbildung künftiger Wesen zu finden ist. Beide Körper sind nichts anderes, als einfache Urelemente oder Zellen, allerdings begabt mit der wunderbaren Kraft oder Fähigkeit der Weiterentwicklung bis zum fertigen Wesen. Daher denn auch die Bildung jedes organischen Wesens nicht, wie man ehedem glaubte und wie die Theologen noch jetzt annehmen, der Ausdruck eines vorausgebildeten Gedankenschemas oder Schöpfungsgedankens ist, sondern eine vollständige, an die Zeugungsstoffe anknüpfende Neubildung oder eigentlich Umbildung aus den organischen Urelementen, und zwar mit Hülfe eines Processes, der sich offenbar nur im Laufe ungeheurer Zeiträume und durch zahllose Generationen hindurch an der Hand der Entwicklung, Vererbung und Erwerbung bis zu der ganzen

Größe und Wunderbarkeit emporbilden konnte, in welcher er heute vor uns steht. Jedes einzelne Wesen repräsentirt oder reproducirt dabei gewissermaaßen seine ganze thierische Ahnenreihe, wenn auch nur sehr geschwind und mit kurzen, durch den nie rastenden, stets vorwärts drängenden Bildungstrieb in ihren einzelnen Stadien mehr oder weniger verwischten Uebergängen. So ist es Thatsache, daß der Mensch während seiner Existenz als Keimling Anfangs als Urthier oder Protozoon auftritt, sich dann nach und nach zu einem Wurm, Fisch und Amphibium gestaltet und erst zuletzt Säugethier wird. Frühere Zeiten konnten sich so wenig in diese wunderbaren Thatsachen hineindenken, daß, wie bereits erwähnt, fortwährend eine Menge s. g. Evolutions-, Einschachtelungs- oder Präformations-Theorien erdacht wurden, bei denen stets der Grundgedanke vorherrschte, daß das künftige Wesen als Folge des ersten Schöpfungsaktes schon fertig in den Keimstoffen enthalten sei, und wobei die Phantasie eine größere Rolle spielte, als die Forschung. Trotzdem konnte man sich nicht einmal im Gedanken zu der Großartigkeit und Wunderbarkeit des wirklichen Geschehens und zu dem Glauben an die Möglichkeit erheben, daß die Bildung eines jeden organischen Wesens eine jedesmalige vollständige Neubildung aus den organischen Elementen sein könne. Schon mit dieser einen Thatsache ist die ehemalige Theorie der Schöpfung im biblischen Sinne gänzlich zu Nichte gemacht, da hier die Reihenfolge der Generationen, wie bereits gesagt, nur durch s. g. Einschachtelung oder Ineinanderschachtelung

zahlloser, fertiger Keime oder durch eine Art fortgesetzter Schöpfung erklärbar ist. Solche Einschachtelungssysteme sind aber nur möglich durch eine grenzenlose, aller Schranken spottende Phantasie, während die einfache Wirklichkeit, wie sie uns jetzt die Forschung enthüllt hat, alle jene Phantasieen oder wissenschaftlichen Romane ebenso weit hinter sich läßt, wie die wirkliche Geschichte (der Einzelnen wie der Völker) durch großartige Tragik, durch Unglaublichkeit des Geschehenen, durch eine Fülle wunderbarer Ereignisse alle Erfindungen der Dichter, Künstler und Romanschreiber übertrifft. Daher man wohl auch Darwin Recht geben darf oder wird, wenn er mit seinem durchdringenden Scharfblick bemerkt, daß vielleicht die merkwürdigste aller Thatsachen in der Biologie oder in der Lehre vom Leben die Verschiedenheit zwischen dem Keim und dem erwachsenen Thiere sei!

Doch kehren wir nach dieser zweiten Abschweifung zu den Thatsachen und zur Beantwortung der Frage zurück, wie es die beiden Keimstoffe anfangen, um zusammenzukommen, auf einander zu wirken und durch gegenseitige Einwirkung ein Drittes, den s. g. Embryo oder Keimling zu bilden oder den Anstoß zur Weiterentwicklung des jungen Wesens zu geben, welches eben durch den Einfluß und die Bestimmung jener Stoffe eine mehr oder weniger genaue Wiederholung seiner beiden Erzeuger werden und ein aus beiden Faktoren zusammengesetztes Drittes bilden soll. Oder — mit andern Worten — welches sind die Vorgänge der s. g. Befruchtung?

Ehe wir indessen zur näheren Betrachtung dieser Vorgänge übergehen, muß vorausgeschickt werden, daß das erste und unentbehrlichste Erforderniß zum Zustandekommen der Befruchtung eine gegenseitige unmittelbare Berührung und Durchdringung der beiden Keimstoffe ist, und daß ohne eine solche Durchdringung eine fruchtbare Vermischung absolut unmöglich ist. Wie diese Durchdringung zu Stande kömmt, wird sogleich gezeigt werden; vorher aber darf nicht vergessen werden, zu bemerken, daß, so lange man von dieser Nothwendigkeit nichts wußte oder nicht überzeugt war, der ganze Vorgang der Befruchtung oder fruchtbaren Vermischung in das tiefste Geheimniß gehüllt blieb und — was für den Zweck unsrer Betrachtung eigentlich die Hauptsache bildet — den breitesten Boden offen ließ für die weitgehendsten spiritualistischen Hypothesen jeder Art. Denn da es keinem Zweifel unterworfen, sondern eine Sache der alltäglichsten Erfahrung war, daß das Kind oder Erzeugte nicht bloß körperlich, sondern auch geistig die größte Aehnlichkeit mit seinen Eltern oder Erzeugern hatte, so blieb ohne jene verbindende, materielle Brücke kaum eine andere Möglichkeit übrig, als der Glaube an außernatürliche, nicht an den Stoff gebundene, sondern gewissermaaßen über demselben schwebende Kräfte, welche auf einem andern, als materiellen Wege sich von den Erzeugern auf das Erzeugte übertrügen oder fortpflanzten. Eine Art von Vermittlung zwischen beiden, in dieser Frage möglichen Standpunkten, welche man als spiritualistisch und materialistisch einander

gegenüberstellen kann, bildete der so lange genährte Glaube an die bekannte Aura seminalis oder den s. g. Saamengeist, worunter man eine Art von Duft oder Dunst verstand, welcher angeblich von dem in die weiblichen Theile eingedrungenen Saamen ausgehen und mittelst seiner flüchtigen Beschaffenheit zu den keimbereitenden Organen des Weibes empordringen sollte, um dort eine befruchtende Wirkung auf den Keim oder die Keime auszuüben. [53]) Veranlassung zu dieser Theorie oder diesem Glauben mag neben der völligen Unbekanntschaft mit den wirklichen Vorgängen der Befruchtung der eigenthümliche, starke Geruch frischen Saamens gegeben haben.

In der That nun aber ist es weder jener angebliche Saamendunst, noch sind es überhaupt immaterielle oder spiritualistische Kräfte, welche die Uebertragung vermitteln, sondern es ist der Saamen selbst, welcher zu jenen Organen empordringt und dort auf einem ganz materiellen Wege seine befruchtende Wirkung ausübt. Der Weg, den er dabei nimmt oder nehmen muß, ist ihm sehr genau durch die Beschaffenheit der weiblichen Sexualorgane vorgezeichnet, welche ihn durch Scheide, Muttermund, Mutter und Eileiter bis zu dem Ovarium oder Eierstock gelangen lassen — ein Weg, auf dessen einzelnen Stadien man den Saamen bei der Zergliederung von Thieren nach geschehener Begattung häufig genug gefunden hat, nachdem derselbe auf seinem Wege durch die männlichen Zeugungsorgane durch Beimischung der bereits genannten Sekrete oder Flüssigkeiten verdünnt und damit bewegungsfähig geworden ist.

Die Frage, durch welche Kräfte der Saamen dahin gebracht wird oder sich vorwärts bewegt, beantwortet sich theils aus den peristaltischen oder wurmförmigen Bewegungen der denselben aufnehmenden Organe, theils aus den Bewegungen der Saamenfäden selbst, welche, wie bereits mitgetheilt, einen Zoll Weglänge in etwa zehn Minuten zurückzulegen im Stande sind. Nun kann es nicht anders sein, als daß die letzteren auf dem beschriebenen, nicht sehr langen, ziemlich engen und ihnen genau vorgezeichneten Wege mit dem Ziel ihrer Wünsche oder mit dem von dem Eierstock herabkommenden, ihnen gewissermaaßen entgegenkommenden Ei zusammentreffen oder in materielle Berührung gerathen. In der Regel geschieht dieses innerhalb des Eileiters, nicht selten auch in der Gebärmutter und bisweilen erst auf dem Eierstock. Gefunden hat man, wie gesagt, die Saamenthierchen in und auf allen diesen Organen in lebendigem, beweglichem und daher befruchtungsfähigem Zustande — und zwar noch bis zu einem Zeitraum von acht Tagen nach geschehener Begattung, wenn auch in der Regel ihre Befruchtungsfähigkeit etwas früher zu Grunde gehen mag. Offenbar besitzen die Sekrete oder Absonderungsprodukte der inneren weiblichen Zeugungsorgane einen sehr günstigen Einfluß auf das Leben und die Bewegungsfähigkeit der Saamenfäden, welche außerhalb derselben ihre Lebenskraft weit rascher einbüßen. Wenn man diesen Umstand bedenkt und hinzurechnet, daß, wie früher mitgetheilt wurde, das Ei während eines Zeitraums von sechs bis zwölf Tagen innerhalb des Eileiters (oder auch

des Fruchthälters) befruchtungsfähig bleibt, so wird man leicht begreifen, daß die so viel besprochene s. g. Conceptions- oder Empfängniß-freie Zeit der Frau nur eine sehr kurze sein und höchstens einen Zeitraum von acht bis zwölf Tagen umfassen kann, welcher ungefähr in der Mitte zwischen je zwei Menstruationsperioden oder monatlichen Reinigungen liegt. Uebrigens ist auch hierauf durchaus kein unbedingter Verlaß, da die ganze Berechnung nur eine approximative oder annäherungsweise ist, und da es denkbar oder möglich ist, daß in einzelnen Fällen die Eilösung auch unabhängig von der Menstruation vor sich geht, oder daß die Keimstoffe ihre Befruchtungsfähigkeit länger, als gewöhnlich behalten. Immerhin ist es, wie auch physiologisch nicht anders angenommen werden kann, gewiß und durch zahllose Erfahrungen bewiesen, daß die Empfängniß am leichtesten kurz *vor* oder während der ersten Tage *nach* der Menstruationszeit stattfindet.

Sind nun die beiden Keimstoffe auf dem beschriebenen Wege zusammengetroffen, so begnügen sie sich nicht damit, sich bloß liebend zu umschwärmen oder haben genug an einer bloß äußerlichen Berührung, wie man früher glaubte; sondern die Saamenfäden, von denen übrigens nur ein verhältnißmäßig sehr kleiner Theil bis hierher gelangt ist, suchen als ächte Materialisten und mit einer an einem so kleinen Wesen höchst lobenswerthen Energie so rasch wie möglich in das Innere des Eies einzudringen. Dieses gelingt ihnen denn auch in der Regel sehr leicht mit Hülfe der s. g. *Mikropylen*,

d. h. kleiner, feiner Oeffnungen oder Eingangspforten in der Zona pellucida oder in der durchscheinenden Haut, welche das Ei umgibt. Diese Mikropylen hat man unzweifelhaft an den sehr großen Eiern der Wirbellosen, aber auch an denen vieler niederen Wirbelthiere entdeckt; und wahrscheinlich sind sie bei allen Eiern vorhanden. Pflüger und Keber wollen sie selbst an dem menschlichen Ei aufgefunden haben.

Durch diese Oeffnungen also oder — wenn dieselben nicht vorhanden sein sollten — durch die bereits beschriebenen feinen Porencanäle in der Eihaut dringen die Saamenthierchen vermittelst bohrender oder schlängelnder Bewegungen in das Innere des Eies, wo sie sich in der Dottersubstanz auflösen oder mit derselben vermischen. Sobald dieses geschehen ist, fängt der schon vorher begonnene Furchungs- oder Theilungsproceß des Dotters an, mit weit größerer Energie und Schnelligkeit vor sich zu gehen. Das jetzt befruchtete und stets wachsende Ei gleitet im Eileiter abwärts, bis es in den Uterus oder Fruchthälter gelangt, wo es sich an dessen innerer Wand festsetzt, sich mit verschiedenen, accessorischen Häuten umgibt und nach und nach zum Embryo und schließlich zum Foetus wird auf eine Weise, deren weitere Verfolgung nicht hierher gehört, und welche der Verfasser dieses Aufsatzes in dem zweiten Theil seiner Schrift über den Menschen und dessen Stellung in der Natur genauer beschrieben hat. Nur mag noch bemerkt werden, daß das Ei, wenn es nicht befruchtet wurde, d. h. wenn keine Saamenfäden in dasselbe eingedrungen sind, sich

nicht weiter entwickelt, sondern alsbald innerhalb des Eileiters zu Grunde geht oder spurlos verschwindet.

Darüber, daß die Saamenfäden und nicht die Saamenflüssigkeit das eigentlich befruchtende Element des Saamens bilden, kann nicht der geringste Zweifel obwalten; und ist dieses durch zahlreiche künstliche Befruchtungsversuche, welche an niederen Thieren z. B. Fischen sehr leicht anzustellen sind, aber von Prof. Bischoff auch an Kaninchen und Hunden ausgeführt wurden, zur Evidenz nachgewiesen. Abfiltrirter oder seiner geformten Elemente künstlich beraubter Saamen bleibt bei solchen Versuchen gänzlich wirkungslos, während andrerseits nur solcher Saamen als wirksam erscheint, in welchem gut gebildete, unverkümmerte, lebende und bewegungsfähige Saamenfäden in genügender Menge enthalten sind. [54]) Wo diese Bedingungen fehlen, da erscheint Befruchtung unmöglich. Daraus erklärt sich mit Leichtigkeit die Unfruchtbarkeit der s. g. Bastarde oder Mischlinge zwischen verschiedenen Arten oder Rassen von Thieren (oder Menschen), welche in der Regel nicht fortpflanzungsfähig sind, weil ihr Saamen entweder gar keine oder mißgestaltete, verkümmerte Saamenfäden enthält. In der Regel ist damit auch Verkümmerung der Fortpflanzungs-Organe selbst verbunden. Ebenso erklärt sich daraus die Zeugungsunfähigkeit während der Zeit der Kindheit, da sich bewegliche Saamenfäden erst mit dem Eintritt der Mannbarkeit einstellen, oder die Unfruchtbarkeit alter oder durch Ausschweifungen geschwächter Männer, deren Fortpflanzungssekret ebenfalls entweder leer an Saamen-

fäden ist oder dieselben nur in verkümmertem, schlecht entwickeltem Zustande enthält. Häufige Excesse in geschlechtlicher Beziehung machen den Saamen ärmer an gut ausgebildeten Saamenfäden, woher die verminderte Zeugungskraft bei solchen Personen kömmt. Da mit solchen Excessen oft auch Schwächung des Nervensystems und Gehirns verbunden ist, welche sich bis zum Blödsinn steigern kann, so ist nicht zu verwundern, daß die Alten, durch solche Erfahrungen veranlaßt, den Saamen als ein direktes Produkt des Gehirns betrachteten. Schon Hippokrates, der Nestor der Aerzte (400 Jahre vor Chr.), lehrte, daß der Saame durch besondere, hinter den Ohren verlaufende Kanäle aus dem Gehirn in die Hoden abfließe, während der Philosoph Plato der Wahrheit schon etwas näher kömmt und ihn aus dem Rückenmark ausströmen läßt. In Wirklichkeit hat der aus einfachen Gewebselementen entstehende Saamen mit Nerven oder Nervenstoff oder Gehirn und Rückenmark direkt nicht das Mindeste zu schaffen; und der nachtheilige Einfluß jener Excesse erklärt sich nicht aus dem Verlust eines besonders kostbaren Stoffes, sondern aus der mit jenen Excessen in der Regel verbundenen heftigen und häufigen Erregung von Gehirn und Rückenmark, sowie aus den übrigen, in der Regel an solche Excesse sich anknüpfenden Unregelmäßigkeiten der Lebensweise. Auch der Saamen von Gewohnheitstrinkern oder von constitutionell Erkrankten enthält in der Regel ungenügend ausgebildete Spermatozoen, woraus sich mit Leichtigkeit die ungesunde Beschaffenheit ihrer Nachkommenschaft erklärt.

Das soeben beschriebene Eindringen der Saamenfäden in das Ei ist zuerst zwischen den Jahren 1840 und 1843 von dem Engländer Barry beobachtet worden, nachdem allerdings schon vorher andre Forscher, namentlich Th. Bischoff, zahllose Säugethier-Eier im Eileiter gesehen hatten, deren Eihaut auf das Dichteste mit Saamenfäden besetzt war, ohne daß sie aber das Eindringen derselben durch die Eihaut hätten beobachten können. Anfangs stark bezweifelt, ist Barry's Entdeckung gegenwärtig allgemein in der Wissenschaft anerkannt und durch nachfolgende Beobachter (Newport, Keber, Bischoff, Leuckart u. s. w.) vollkommen bestätigt. Ebenso allgemein wurde bekannt und anerkannt, daß von diesem Eindringen der Saamenfäden in das Innere des Eies dessen Weiterentwicklung abhängt, und daß daher das wesentliche und unentbehrliche Moment der Befruchtung in einer gegenseitigen Berührung, Vermischung und Durchdringung der beiden Keimstoffe liegt.

Mit dieser Erkenntniß nun ist der Vorgang der Befruchtung selbst aus dem mystischen Dunkel der Vergangenheit in ein helles und klares Licht gerückt und als ein rein mechanischer, materieller Akt erkannt worden, welcher mit allen jenen schönen Dingen, die man früher zum Zustandekommen einer fruchtbaren Vermischung für nothwendig hielt, wie gegenseitige Liebe oder Sympathie, geistiges Verständniß, Seelenharmonie u. s. w. — als solcher nicht das Geringste zu thun hat. Wäre es Prof. Bischoff und früheren Forschern (z. B. Spallanzani) auch nicht gelungen, Hunde oder Kaninchen durch künst-

liche Einspritzung von verdünntem Saamen zu befruchten — ein Versuch, welcher den englischen Aerzten Hunter und Sims sogar bei Menschen gelungen sein soll, Ersterem bei Gelegenheit der unfruchtbaren Ehe eines s. g. Hypospadiäus — so würden doch schon die zahlreichen Fälle von gewaltsamer Schwängerung durch Nothzucht oder bei bewußtlosen oder mit Chloroform oder sonstwie betäubten Frauenzimmern, sowie von Fruchtbarkeit so vieler Ehen trotz gegenseitiger Abneigung u. s. w. beweisen, daß die Befruchtung als solche von allen nicht mechanischen oder nicht materiellen Momenten gänzlich unabhängig ist. Es soll damit allerdings nicht gesagt werden, daß nicht gegenseitige Liebe oder geistige Harmonie, Zusammenpassen der Charaktere und dem Aehnliches bei den Erzeugern einen Einfluß auf die Qualität des Erzeugten üben könnten oder müßten. Ganz im Gegentheil hält es Verfasser sogar für möglich und durch viele zweifellose Erfahrungen bewiesen, daß selbst augenblickliche Stimmungen oder Erregungen, körperliches oder geistiges Befinden u. s. w. zur Zeit der Vermischung einen solchen Einfluß zu üben im Stande sind, und er stimmt darin vollkommen mit den Ansichten des großen Dichters Sheakspeare überein, welcher bekanntlich seinen Bastard oder unehelich gezeugten legitimen Edmund im König Lear seinem Bruder vorwerfen läßt, daß er im dumpfen Ehebett gezeugt sei, „halb zwischen Schlaf und Wachen", während er selbst seine Entstehung dem heißen Drang der Liebe oder dem glühenden Sturm der Leidenschaft verdanke —

aber was die Befruchtung selbst als physiologischen Vorgang anbelangt, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß dieselbe ein rein mechanischer, materieller Akt ist, der unter allen Umständen ein Resultat haben muß, wenn beide Keimstoffe gesund oder lebenskräftig sind, und wenn sie unter normalen Verhältnissen zusammenkommen — und der kein Resultat haben kann, wenn diese Bedingungen fehlen, mögen auch Sympathie, Seelenharmonie und Aehnliches in noch so großer Fülle vorhanden sein!

Die einzige Ausnahme von dieser Regel könnte der berühmte Fall von der unbefleckten Empfängniß bilden — ein Fall, über welchen sich der geneigte Leser nicht bei den Naturforschern, sondern bei den Theologen Raths erholen muß. [55])

Noch könnte der Leser die Frage aufwerfen, ob mehrere Saamenfäden zur Befruchtung nothwendig seien, oder ob schon ein einziger dazu ausreiche? Die meisten Physiologen scheinen der Ansicht zu sein, daß bei Mensch und Säugethier schon ein einziger Saamenfaden zur Befruchtung hinreichend sei, während Darwin (Das Variiren der Pflanzen und Thiere, II, S. 478 u. flgd.) davon spricht, daß Versuche an Pflanzen und niederen Thieren gezeigt hätten, daß eine gewisse Anzahl von Saamenfäden zur Befruchtung gehöre, und daß namentlich die Schnelligkeit der Furchung oder Dotterklüftung im Ei zum Theil hierdurch bestimmt würde. Auch hat man die Vermuthung ausgesprochen, daß vielleicht das zukünftige Geschlecht (ob männlich oder weiblich) oder auch das mehr oder weniger starke Vorwiegen des väter-

lichen Einflusses auf die Beschaffenheit der Nachkommenschaft von der größeren oder kleineren Zahl der eingedrungenen Saamenfäden abhänge. Ob dieses so ist, mag dahingestellt bleiben; aber jedenfalls scheint es außer Zweifel, daß die Lebensenergie des in das Ei eingedrungenen Saamenfadens oder der in dasselbe gedrungenen Saamenfäden mit dem Ueberwiegen oder Nichtüberwiegen des väterlichen Einflusses bezüglich des künftigen neuen Wesens, sowie auch namentlich mit dem künftigen Geschlecht desselben in engster und unmittelbarer Beziehung steht.[56]) Ebenso scheint es außer Zweifel zu sein, daß das Eindringen der Saamenfäden in das Ei nicht, wie es auf den ersten Anblick hin scheinen könnte, eine durch „unbewußtes Hellsehen" oder durch sonst geheimnißvolle Kräfte oder Attraktionen veranlaßte Aktion ist, sondern daß dasselbe zumeist Folge eines bei der zahllosen Menge der in die weiblichen Zeugungsorgane eindringenden Saamenfäden und der Enge des Leitungscanales fast unvermeidlichen Zufalls sein mag. Daß insbesondere den Saamenfäden selbst keine innere Tendenz zur Weiterbewegung gegen das Ei und zur Vermischung mit demselben innewohnt, wird theils dadurch bewiesen, daß der weitaus größte Theil des zur Verwendung kommenden Saamens diesen Zweck überhaupt nicht erreicht, sondern nutzlos verloren geht, theils dadurch, daß es Thiere mit unbeweglichen Saamenfäden gibt, bei denen also der Eintritt der letzteren in das Ei unmöglich ein aktiver sein kann, sondern durch andre, von Außen wirkende Kräfte veranlaßt sein muß.

Auch bei den Pflanzen ist bekanntlich das Zusammenkommen der männlichen und weiblichen Keimstoffe mehr oder weniger Sache des Zufalls und bald vom Wind, bald von den die Blüthen besuchenden Insekten abhängig, wobei die Natur durch die außerordentlich große Menge des Pollens oder männlichen Keimstoffs dafür gesorgt hat, daß der Zweck dennoch erreicht wird.

Uebrigens haben alle diese Fragen für unsern Zweck nur eine sekundäre Wichtigkeit. Hauptsache hierfür ist die sichere Erkenntniß von dem durchaus materiellen Wesen der Befruchtung — eine Erkenntniß, welche nicht bloß in physiologischer, sondern noch mehr in philosophischer Hinsicht als von weittragendster Bedeutung erscheint. Denn so lange jene Erkenntniß nicht gewonnen war, und so lange man an dem Glauben festhielt, daß die Befruchtung ohne materielle Berührung gewissermaaßen aus der Ferne oder unter Vermittlung des bereits geschilderten „Saamendunstes" möglich sei, standen natürlich in der Theorie der Zeugung und Vererbung Thür und Thor offen für spiritualistische Hypothesen jeder Art und für die Annahme, daß die Uebertragung seelischer, wie körperlicher Eigenschaften von den Eltern auf das Kind auf nicht-materiellem Wege möglich sei. Diese Möglichkeit erscheint jetzt als vollkommen abgeschnitten durch den positiven Nachweis, daß jedes der beiden Erzeuger (insbesondere der Vater) einen ganz bestimmten materiellen Beitrag für das neu entstehende Wesen liefert — einen Beitrag, der eben durch seine materielle Natur und innerste Zusammensetzung, sowie

durch die Eigenart seiner Innenbewegung die Kraft hat, dem Erzeugten die ganze Wesenheit des Erzeugers oder der Erzeuger aufzuprägen.

Natürlich entsteht hier sofort die Frage, wie dieses zu erklären sei, und welche Folgerungen bezüglich der frühesten Entstehung unsres nicht bloß körperlichen, sondern auch geistigen Wesens hieran anzuknüpfen seien.

Verfasser weiß auf die erste der hier aufgeworfenen Fragen oder auf die Frage, wie die Uebertragung der Eigenschaften der Erzeuger auf die Nachkommen zu erklären sei, keine bessere Antwort zu geben, als diejenige, welche bereits von dem geistvollen Virchow in dem Eingang seiner im Beginn dieses Aufsatzes citirten Arbeit über das Weib und die Zelle gegeben worden ist, indem derselbe jene Uebertragung erklärt als die Mittheilung einer anhaltenden und gleichartigen Bewegung oder Bewegungsrichtung von den Erzeugern auf das Erzeugte, vermittelt durch die beiden Keimstoffe oder die wunderbaren Kräfte der Zelle und der unmittelbaren Zellenerbfolge. Zuerst — so setzt Virchow auseinander — geht diese Bewegung von den Eltern oder aus dem elterlichen Körper auf die von letzterem erzeugten Keimstoffe und von diesen wieder auf das neue Wesen über und wiederholt hier in dem neuen Körper das Bild und die Bewegungsrichtung des alten Körpers — eine Bewegungsrichtung, welche ihrerseits wieder erst mit dem Tode des neuen Wesens ein Ende nimmt, nachdem sie sich von diesem mit geringen, durch den Einfluß äußerer Umstände oder veränderter Lebensverhältnisse veranlaßten

Modifikationen auf seine eignen Nachkommen fortgepflanzt oder weitergeerbt hat. Selbstverständlich ist diese Bewegung, da sie nicht von einem, sondern von zwei keimgebenden Wesen herrührt, eine mehr oder weniger aus den Charakteren dieser beiden Wesen gemischte, oder sie (die kindliche Lebensbewegung) bildet gewissermaaßen, wie sich Häckel (Die Perigenesis der Plastidule, 1876) ausdrückt, „die Diagonale zwischen der mütterlichen und väterlichen Lebensbewegung.“ Oder — mit noch andern Worten — das Leben der befruchteten Eizelle, aus welcher sich das künftige Wesen entwickelt, ist das mittlere Produkt aus der in der Saamenzelle verborgenen väterlichen und aus der in der Eizelle liegenden mütterlichen Lebensbewegung, welche Bewegungen sich hier zu einer einzigen gemischt oder vereinigt haben.

So angesehen müssen uns nun plötzlich die beiden Keimstoffe, welche im Vorhergehenden beschrieben wurden, in einem ganz eigenthümlichen und wunderbaren Lichte erscheinen. Denn diese beiden Stoffe, so klein, einfach und unscheinbar sie uns erscheinen mögen, bilden ja den einzigen materiellen Weg (d. h. für den Vater den einzigen, für die Mutter den hauptsächlichsten), durch welchen alle jene zahllosen und merkwürdigen Uebertragungen von Person zu Person, von Art zu Art, von Geschlecht zu Geschlecht zu Stande kommen, welche der bekannte Vorgang der Vererbung im Gefolge hat. Diese Kraft der Vererbung ist aber bekanntlich eine enorm große und erstreckt sich nicht bloß auf das Verhältniß von Eltern und Kind, sondern auch auf dasjenige zwischen

Enkeln und Großeltern oder Urgroßeltern oder Ur-Urgroßeltern — ja sogar bis auf die verwandtschaftlichen Seitenlinien, so daß Krankheitsanlagen aller Art oder sonstige Eigenthümlichkeiten, z. B. Aehnlichkeit der Gesichtszüge, welche in grader Erbfolgelinie bereits verloren gegangen sind, plötzlich in Bruder- oder Schwester-Kindern oder in noch entfernteren Seitenlinien wieder zum Vorschein kommen. Ja, man hat sogar bei Thieren die Beobachtung gemacht, daß bisweilen einzelne Charaktere, z. B. gewisse Farben, Streifen oder rudimentäre Bildungen, welche deren frühesten Vorfahren eigen waren, aber seit vielen Tausenden von Generationen als Charakter der Art verschwunden sind, gelegentlich bei einzelnen Individuen wieder erscheinen! Auch der Mensch selbst macht davon keine Ausnahme, da ähnliche atavistische Erinnerungszeichen (z. B. überzählige Milchdrüsen, Muskeln der Ohrmuschel u. s. w.) auch bei ihm gelegentlich beobachtet werden, und da er überdem in seinem Körper einige solcher Erinnerungszeichen an seine Hunderttausende von Jahren hinter ihm liegende thierische Vergangenheit ständig mit sich herumträgt oder aber in seiner Entwicklungsgeschichte als Keimling wiederspiegelt.

Ja, die den Keimstoffen von Seiten der elterlichen Lebensbewegung mitgetheilte Bewegungsrichtung ist eine so intensive, daß sie sogar, wie durch eine Art von Ansteckung, bloß in Folge zeitweiliger Berührung sich fremden, nicht von ihnen abstammenden Organismen mitzutheilen vermag. So hat man die merkwürdige Erfahrung gemacht, daß Kinder einer Mutter, welche

fruchtbaren Umgang mit verschiedenen Erzeugern hatte, in der Regel Eigenthümlichkeiten des ersten Erzeugers behalten. So bringt eine Stute, welche einmal von einem Esel besprungen wurde und ein Maulthier zur Welt gebracht hat, später bei Vermischung mit Pferdehengsten nie mehr reine Pferdefüllen, sondern nur solche Füllen hervor, welche einige kleine Eigenthümlichkeiten des ersten Vaters besitzen oder welche etwas „Eselartiges" an sich haben. Daher man auch in der feineren Thierzucht streng darauf zu sehen pflegt, daß Mütter von edler Rasse keine Vermischung mit geringeren Thieren eingehen, da sie sonst für die Nachzucht, auch bei nachheriger Vermischung mit edlen Thieren, verdorben zu sein pflegen. Oder eine Negerin, die einmal ein Kind von einem Weißen (also einen Mulatten) geboren hat, gibt später bei fortdauernder Vermischung mit Weißen Kindern das Leben, die sich mehr und mehr dem kaukasischen Typus nähern, während sie bei Vermischung mit Ihresgleichen nie mehr ganz schwarze, sondern nur braune Kinder hervorbringt. Wer daher beabsichtigt, eine Wittwe oder geschiedene Frau zu heirathen, möge sich nicht bloß die Frau, sondern auch deren früheren Mann in das Auge fassen, da er unter allen Umständen die Möglichkeit vor Augen haben muß, daß seine eignen Kinder Eigenthümlichkeiten des Letzteren, vielleicht sogar Krankheitsanlagen durch Erbschaft überkommen — vorausgesetzt natürlich, daß die frühere Ehe eine fruchtbare gewesen ist.

Aber auch ganz abgesehen von solchen extremen

Fällen und von den erwähnten Erscheinungen des s. g. Atavismus oder Rückschlags oder der Vorfahren-Aehnlichkeit ist schon die direkte Vererbung von Eltern auf Kind, namentlich vom Vater auf Sohn oder Tochter, merkwürdig und auffallend genug. Denn bekanntlich pflanzt sich nicht bloß das ganze Wesen der Art fort, so daß — um es möglichst handgreiflich auszudrücken — aus einem Menschen immer wieder ein Mensch, aus einem Thier ein Thier, aus einer Pflanze eine Pflanze wird — sondern es gehen auch die feinsten individuellen, körperlichen wie geistigen Eigenthümlichkeiten von den Eltern auf die Kinder über, wie Gestalt, Gesichtszüge, Kraft oder Gesundheit, Constitution, Anlage zu Lang- oder Kurzlebigkeit, Charakter, Neigungen, Gewohnheiten, Talente, Fähigkeiten und Anlagen, Temperament, Verstand oder Dummheit u. s. w., endlich körperliche oder geistige Krankheiten oder Entstellungen oder Krankheitsanlagen jeder Art. Daß namentlich Wahnsinn oder Geistesstörung eine besonders starke Neigung zu Vererbung zeigt, und daß beinahe die Hälfte aller Insassen der Irrenhäuser ihre entsetzliche Krankheit einer erblichen Anlage zu verdanken haben, ist bekannt. Selbst Laster und Tugenden oder Anlage zum Verbrechen oder zur Moralität sind erblich. Es gehen auch nicht bloß angeborene, sondern auch während des Lebens erworbene Charaktere, Anlagen oder überhaupt Wesensbestimmungen von Eltern auf Kinder über. Ja selbst zufällige Verstümmelungen hat man bei Thieren sich forterben sehen, wie z. B. Verlust eines Horns oder des Schwanzes bei

Kühen oder Stieren, Verstümmelungen der Ohren oder Flügel bei Hunden oder Enten u. s. w. u. s. w. Ja — es muß sogar nach unzweifelhaft vorliegenden Erfahrungen angenommen werden, daß selbst augenblickliche Stimmungen, Erregungen u. dgl. sich derart in der Lebensbewegung der Keime wiederzuspiegeln im Stande sind, daß die Natur des in solchen Momenten erzeugten Wesens nach dieser oder jener Richtung dadurch bestimmt wird!! Die Zahl der Beispiele zur Erhärtung vorstehender, auf die Macht der Vererbung sich beziehender Sätze ist Legion. Wer sie näher kennen zu lernen wünscht, den verweisen wir auf einen Aufsatz des Verfassers über „Die Macht der Vererbung" in „Westermann's Illustrirte Monatshefte", Juni und Juli 1881 *) und einen deßgl. über „Physiologische Erbschaften" in des Verfassers Schrift: „Aus Natur und Wissenschaft", III. Aufl., S. 374. Uebrigens bedarf es solcher weiteren Beispiele kaum, da sich jeder Einzelne nur in seinem eignen Leben und in seiner täglichen Erfahrung umzusehen braucht, um Beweise in Menge für die weitgehende Macht der leiblichen, wie geistigen Vererbung von Eltern auf Kinder aufzufinden.

Wenn man nun alle diese Thatsachen in Betracht zieht und bedenkt, daß zwischen Vater und Kind kein anderer materieller Weg der Uebertragung besteht, als

---

*) Derselbe wird in erweiterter Ausführung als Bestandtheil der bei E. Günther in Leipzig erscheinenden Serie Darwinistischer Schriften demnächst als selbstständige Broschüre in den Buchhandel kommen.

derjenige durch den Saamen und die in demselben enthaltenen, nur dem bewaffneten Auge erkennbaren Saamenelemente, während bei der Mutter allerdings hierfür noch andre Wege offen stehen, aber aller Wahrscheinlichkeit nach doch hauptsächlich nur durch Vermittlung der Keimzelle gewirkt wird — und wenn man nun damit die beiden Keimstoffe selbst vergleicht, so kann man nicht genug erstaunen über die endlose und unbegreifliche Feinheit der organischen Materie und ihrer innersten oder molekulären Zusammensetzung und über die Größe der Wirkungen, welche durch solche Feinheit und Zusammensetzung ermöglicht werden oder ermöglicht werden müssen! Wenn uns daher unter dem Mikroscop der Saamenfaden des einen Menschen genau so erscheint, wie der eines anderen, während allerdings bei Verfolgung der Thierreihe jede Thierart wieder ihre besondere, wenn auch oft äußerst geringe Nüancirung in Form, Größe u. s. w. erkennen läßt, so können oder dürfen wir es nur der Unvollkommenheit unsrer diagnostischen Hülfsmittel und der gar nicht hoch genug anzuschlagenden Grobheit unsrer sinnlichen Erkennungsmittel zuschreiben, wenn wir die tiefgehenden Verschiedenheiten der inneren Lebensbewegung jener Theile oder Keimstoffe bei jedem einzelnen Wesen auch nicht annäherungsweise zu erkennen oder zu durchschauen vermögen.

In der That hat sich ein gleiches Erstaunen über diese wunderbare Erscheinung aller derjenigen Forscher oder Gelehrten bemächtigt, welche im Laufe ihrer Studien zur Erkenntniß dieses merkwürdigen Verhältnisses gelangt

sind; und dieselben haben nicht unterlassen, diesem ihrem Erstaunen in ihren Schriften geeigneten Ausdruck zu verleihen.

So sagt Darwin am Schlusse eines Kapitels über Vererbung und Rückschlag (Das Variiren der Thiere und Pflanzen, II., S. 80):

„Der befruchtete Keim eines der höheren Thiere, der doch einer so ungeheuren Reihe von Veränderungen von dem Zustande als Keimzelle bis zum höheren Alter ausgesetzt wird — — ist vielleicht das wunderbarste Objekt in der Natur. Es ist wahrscheinlich, daß kaum eine Veränderung irgend einer Art eines der beiden Eltern afficirte, ohne daß ein Zeichen hiervon im Keim gelassen würde. Aber nach der Theorie des Rückschlags, wie sie in diesem Kapitel mitgetheilt wurde, wird der Keim ein noch viel wunderbarerer Gegenstand; denn außer den sichtbaren Veränderungen, denen er unterworfen wird, müssen wir noch annehmen, daß noch unsichtbare Charaktere in ihm gehäuft sind, die beiden Geschlechtern eigen, die beiden Seiten, der rechten und der linken des Körpers und einer langen Reihe männlicher und weiblicher Vorfahren eigen sind, die durch Hunderte oder selbst Tausende von Generationen von der Jetztzeit getrennt waren; und diese Charaktere liegen alle, wie mit unsichtbarer Tinte auf Papier geschriebene Buchstaben da, bereit, sich unter gewissen bekannten oder unbekannten Bedingungen zu entwickeln.“

Mit mehr Enthusiasmus, aber nicht geringerer

Wahrheit drückt sich über die Sache Prof. Häckel aus, wobei derselbe übrigens nicht einmal an die von Darwin hervorgehobene genealogische, sondern nur an die einfache elterliche Vererbung denkt.

„Staunend und bewundernd", sagt Häckel, müssen wir hier vor der unendlichen, für uns unfaßbaren Feinheit der organischen Materie stillestehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Thatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Saamenfaden des Vaters die individuelle Lebensbewegung dieser beiden Individuen so genau auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder zum Vorschein kommen."

Und in seiner „Generellen Morphologie der Organismen" sagt derselbe Autor:

„Diese Thatsache gibt uns einen Begriff von der unendlichen Feinheit der organischen Materie und von der unbegreiflichen Complication der in derselben stattfindenden Molekular-Bewegungen, zu deren richtiger Würdigung gegenwärtig weder das Beobachtungsvermögen unsrer Sinne, noch das Denkvermögen unsres Verstandes ausreicht."

Aber auch weit ältere Schriftsteller, als Darwin oder Häckel, fühlten sich diesen wunderbaren Thatsachen gegenüber auf das Aeußerste betroffen. So sagt schon der berühmte französische Schriftsteller Montaigne (1533—1592) bei Gelegenheit der Besprechung eines von Plutarch mitgetheilten, übrigens an sich unwahr-

scheinlichen Falles von menschlichem Atavismus: „Was für ein Ungeheuer ist dieser Saamentropfen, aus dem wir hervorgegangen sind, der in sich die Stempel nicht allein der Körperbildung, sondern auch der Denkungsart und der Neigungen unsrer Väter trägt! Wo bringt dieser Wassertropfen jene unbegrenzte Zahl von Bildungen unter, und wie gelingt es ihm, jene Aehnlichkeiten in so verwegener und regelloser Weise zu übertragen, daß der Urenkel seinem Großvater, der Neffe seinem Onkel entspricht!"

Uebrigens dürfen wir uns diesen merkwürdigen Erscheinungen gegenüber damit trösten, daß die Sache zwar nichts an Wunderbarkeit, aber doch Vieles an ihrer Unbegreiflichkeit verliert, wenn wir bedenken oder uns daran erinnern, daß es zahllose ähnliche Thatsachen der Naturforschung gibt, welche alle zeigen, daß die Feinheit des Stoffes und seiner innersten atomistischen Zusammensetzung und Bewegung eine für unsre Begriffe ebenso endlose oder grenzenlose ist, wie die unendliche Ausdehnung der Himmelsräume, und daß die kleinsten oder feinsten Objekte, welche wir mit Hülfe der besten Mikroskope oder zusammengesetzten Vergrößerungsgläser grade noch unserem Auge sichtbar zu machen im Stande sind, als ganz unermeßliche Größen erscheinen oder angesehen werden müssen gegenüber den noch viel kleineren Größen, welche dahinter oder welche jenseits der gegenwärtigen Außenposten mikroskopischer Forschung liegen. Dieses stimmt auch vollständig mit den Resultaten einer einfachen philosophischen Betrachtung, welche lehrt, daß die

Raumanschauung (ebenso wie die Zeitanschauung) nur eine unvermeidliche Illusion unsres Selbst oder unsrer endlichen Natur ist und außer uns nicht existirt; daß daher die Welt als solche unendlich klein und unendlich groß zu gleicher Zeit ist. Allerdings ist aus oben genanntem Grunde der Begriff des unendlich Kleinen unserm Auffassungs- oder Vorstellungsvermögen ebenso wenig zugänglich, wie der des unendlich Großen; aber nichtsdestoweniger ist die Annahme der Wirklichkeit des Unendlichen sowohl in der Richtung des Großen wie des Kleinen unvermeidlich, und wir erkennen daraus, daß es, wie Secchi (Die Einheit der Naturkräfte) sagt, wohl niemals möglich sein wird, die Dimensionen der letzten Theilchen der Materie zu bestimmen, indem unsre Vorstellungen zwischen zwei Unendlichkeiten eingeschlossen sind, zwischen der unendlichen Größe der Himmelsräume und der unendlichen Kleinheit der molekulären Struktur, welche letztere sehr wohl mit den gegenseitigen Stellungen und Bewegungen der Himmelskörper unter einander verglichen oder auf eine Linie gestellt werden kann. Doch gehen wir zur Betrachtung einiger erläuternder Beispiele oder Thatsachen über.

Ein Tropfen Blut enthält bekanntlich fünf Millionen Blutkörperchen oder Blutzellen, welche nur unter starker mikroskopischer Vergrößerung deutlich sichtbar werden. Aber nichtsdestoweniger erscheinen dieselben unter dem Mikroscop als Riesen gegenüber den s. g. Vibrionen oder Bakterien, mikroskopischen Organismen kleinster Art, welche im Sehfeld nur als Haufen kleiner, flimmernder,

kaum zu gewahrender Pünktchen oder Strichelchen erscheinen, und von denen nach Prof. Cohn's Berechnung Tausende von Millionen auf den Inhalt einer Cubiklinie gehen oder hunderte von Milliarden das Gewicht eines französischen Gramms besitzen — oder gegenüber dem noch kleineren s. g. Mikrococcus (Kernzelle, Kernhefe), von welchem nach Prof. Hallier mehr als hundert Millionen Zellen nöthig sein würden, um den Raum einer Cubiklinie auszufüllen! Immerhin sind diese so überaus kleinen Körper unserm bewaffneten Auge noch sichtbar. Aber wenn die neu entdeckte Spektral-Analyse im Stande ist, das Vorhandensein des dritten Theils eines dreitausend Millionsten Theils französischen Gramms oder fünfhundertsten Theils eines Pfundes Stoff, z. B. Kochsalz, in der Luft nachzuweisen, so liegt ein solches Theilchen außerhalb aller Grenzen unsrer direkten Wahrnehmbarkeit, auch wenn unsre Mikroskope sich noch bedeutend verfeinern würden. Man denke auch an die Kräfte starkriechender Substanzen, welche sich oft auf meilenweite Entfernungen durch den Geruch verrathen, ohne daß man eine wesentliche Abnahme ihrer Masse zu bemerken im Stande ist. Eine Flüssigkeit, welche den zweitausend Millionsten Theil ihres Gewichtes an spirituösem Moschusextrakt enthält oder welche eine Verdünnung eines halb Millionsten Theils eines Milligramms (tausendster Theil eines Gramms) des Auszugs darstellt, riecht noch nach Moschus, d. h. sie gibt fortwährend eine große Menge kleiner oder feiner Moschus-

theilchen ab, welche in Berührung mit den Geruchsnerven unsrer Nase auf dieselben eine ganz bestimmte mechanische Einwirkung auszuüben im Stande sind.*) Oder man erinnere sich an die mächtigen Wirkungen der s. g. Contagien oder der Ansteckungsstoffe gewisser Krankheiten, welche sich, indem sie unsern Sinnen gänzlich unerkennbar bleiben, in so geringer Menge weiterverbreiten, daß sie mit einem Brief oder durch die Luft von Ländern zu Ländern getragen werden und dennoch, sobald sie auf einen geeigneten Boden gelangen, durch ihre furchtbaren Wirkungen in Kürze den ganzen Organismus zu zerstören im Stande sind. — Wenn man Kupfer in Salpetersäure auflöst, einen einzigen Tropfen dieser Lösung in ein Liter Wasser schüttet und einige Tropfen Ammoniak hinzugibt, so nimmt die Flüssigkeit eine ausgesprochen blaue Färbung an, welche nur davon herrühren kann, daß jedes noch so kleine Wassertheilchen einen Theil Kupfer in feinster Vertheilung oder äußerster Verdünnung enthält.

Aber alle diese Körper, Objekte oder Stofftheilchen, so außerordentlich klein sie auch sein mögen, sind, wie bereits angedeutet, doch immer noch ganz unermeßliche Größen im Vergleich mit den s. g. Molekülen oder Atomen oder zu jenen kleinsten Stofftheilchen, aus denen wir uns alle Materie zusammengesetzt denken, durch deren gegenseitige Anziehung und Abstoßung

*) Der Moschus in den Gemächern der Kaiserin Josephine in Trianon soll noch nach Ablauf von vierzig Jahren riechbar gewesen sein!

existirend und ihre Eigenschaften erhaltend; und zwischen ihnen und jenen kleinsten mechanischen Größen, von denen soeben geredet wurde, liegt noch ein unendliches Feld kleinerer und kleinster Größen, von denen wir uns keine Vorstellung zu machen im Stande sind, da unsre Sehkraft hier ein Ende hat. Ein Salzkorn, das so klein ist, daß wir es kaum auf der Zunge zu schmecken im Stande sind, enthält nach Prof. Valentin's Ausdruck Milliarden von Atomgruppen, die kein sinnliches Auge je erreichen wird, und die kleinste mikroskopische Zelle, welche wir noch wahrzunehmen im Stande sind, ist ein aus zahllosen Molekülen und Atomen zusammengesetztes Etwas. Prof. Perty (Die Natur, Leipzig 1869) theilt eine Berechnung mit, zufolge welcher eine Cubiklinie organischer Substanz etwa 240,000 Billionen Elementaratome enthalten müsse! Aber Dieses wird noch weit übertroffen durch die Berechnungen, welche neuerdings von englischen und deutschen Gelehrten über die molekuläre Constitution der leichtesten Körper, welche wir kennen, oder der Gase angestellt worden sind. In der Schrift von Dr. Oskar Meyer über die kinetische Theorie der Gase wird berechnet, daß sich in einem Cubikcentimeter Gas nicht weniger als einundzwanzig Trillionen Molekeln (d. h. zusammengesetzte Atome, Atomgruppen oder Atomsysteme) befinden, deren relative Entfernungen von einander den drei bis vier Millionsten Theil eines Millimeters (tausendster Theil eines Meters) betragen; ferner, daß 140 Trillionen Moleküle des reinen Wasserstoffs ein Milligramm (der tausendste Theil eines

Gramms) und 900 Trillionen Sauerstoffatome ein Gramm wiegen — während Prof. Kundt in Straßburg auf einen Fingerhut voll Gas oder Luft nur sechs Trillionen Molekeln rechnet und diese enorme Zahl dadurch begreiflich zu machen sucht, daß er angibt, daß, wenn eine Buchdruckerei im Stande wäre, alle Tage einen Lexicon-Band von drei Millionen Buchstaben zu drucken, sie ihre Arbeit 64000 Jahre hindurch fortsetzen müßte, um soviele Buchstaben zu drucken, als Molekeln in einem Fingerhut voll Luft enthalten sind! Die Geschwindigkeit, mit welcher sich diese Molekeln fortwährend gegen einander bewegen, hat man für das leichteste der Gase oder für den Wasserstoff auf 1698 Meter in der Sekunde berechnet, während die schwereren Gase sich etwas langsamer (vielleicht 1000 oder 500 Meter in der Sekunde) bewegen. Der geniale englische Physiker Crookes hat bekanntlich eingeschlossene Gase durch mechanische und chemische Hülfsmittel bis zu einem zwanzig Millionstel Atmosphärendruck verdünnt und dadurch die merkwürdigen Erscheinungen der s. g. „strahlenden Materie" hervorgerufen. Diese Erscheinungen zeigen, daß es ein grober Irrthum wäre, wenn man annehmen wollte, daß durch solche Verdünnungen ein Vacuum oder luftleerer Raum hergestellt werden könne. Im Gegentheil bleiben (nach Dr. Kalischer, Zeitschrift „Natur", 1880, Nr. 17 u. 18), wenn man z. B. eine Kugel von 13—14 Centimeter Durchmesser, welche nach den besten Autoritäten eine Quadrillion Gasmoleküle enthält, bis auf den Millionsten Theil einer Atmosphäre entleert,

immer noch eine Trillion Moleküle darin. Könnte man nach demselben Schriftsteller in eine solcherweise entleerte Kugel ein Loch von solcher Feinheit machen, daß in jeder Sekunde hundert Millionen Gasmoleküle durch dasselbe eintreten würden, so müßten circa 400 Millionen Jahre vergehen, bis die Kugel wieder ihre ursprüngliche Beschaffenheit der Atmosphäre angenommen oder bis zu einer Quadrillion Gasmoleküle aufgenommen hätte!! Welcher unendlichen Verdünnung überhaupt die Materie in Folge dieser ihrer molekulären oder atomistischen Zusammensetzung fähig ist, wird bewiesen sowohl durch die Berechnungen über die unbegreifliche Feinheit des alle Welträume, wie auch die feinsten Zwischenräume aller Körper erfüllenden, für unsre Hülfsmittel unwägbaren Aethers, als auch durch die Berechnungen über den ursprünglichen nebelartigen Zustand unsres Planetensystems, wobei die Dichtigkeit jenes Urnebels nur den 553 Millionten Theil der Dichtigkeit unsrer atmosphärischen Luft betragen konnte, oder wobei nach Helmholtz ein einziger Gramm fester irdischer Substanz viele Billionen Cubikmeilen des Weltraumes gleichmäßig erfüllen mußte!

Noch auffallender oder in die Augen springender erscheint uns Alles dieses, wenn wir uns von der Betrachtung der kleinsten Theilchen des Stoffes zu der Betrachtung der in denselben und durch dieselben wirkenden Kräfte oder Bewegungen wenden.

Wenn wir z. B. von Europa nach Amerika telegraphiren, so durchläuft die Elektricität diese 3—4000

englische Meilen betragende Entfernung innerhalb eines Zeitraums, welcher zwischen Sekunden und wenigen Minuten schwankt; und es war dazu nöthig, daß jedes Atom oder Molekül oder allerkleinste Theilchen des die beiden Continente verbindenden Metalldrahtes eine kleine Bewegung machte, welche es von seinem Nachbar auf der einen Seite empfing, um sie seinem Nachbar auf der andern Seite weiterzugeben — und Alles dieses geschah Milliarden- und aber Milliardenfach innerhalb weniger Augenblicke. [57])

In der Gestalt des Blitzes schmilzt die Elektricität eiserne Drähte von 1—2 Linien Dicke innerhalb eines Zeitraums, welchen man auf einen sehr kleinen Bruchtheil einer Sekunde berechnet hat; und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß der Draht innerhalb dieses unbegreiflich kurzen Zeitraums alle denkbaren Temperaturen von seinem ursprünglichen Wärmegrad bis zum Schmelzpunkt durchlaufen hat oder durchlaufen haben muß — ein Vorgang, den auszudenken keine menschliche Phantasie Kraft genug hat. Nichtsdestoweniger unterscheidet unser Auge während eines solchen Zeitraums, in welchem der Blitz oder der elektrische Funke eine augenblickliche Helligkeit verbreitet, Gegenstände und selbst Farben und muß also durch viele Billionen Schwingungen des Luftäthers dazu angeregt worden sein. Denn bekanntlich müssen Lichtstrahlen, welche unserm Auge als solche wahrnehmbar werden sollen, durch mindestens 450 Billionen Schwingungen der kleinsten Aethertheilchen in der Sekunde verursacht sein, während sich diese un-

geheure Zahl im violetten Licht auf 7—800 Billionen steigert und eine noch größere Geschwindigkeit sich als chemische Wirkung kundgibt. Trotz dieser unbegreiflichen Geschwindigkeit ist die Breite der durch jene Schwingungen erzeugten Aetherwellen eine so geringe, daß man deren 40—70,000 auf einen Pariser Zoll rechnet. Vielleicht sind, wie Secchi meint, die letzten Theilchen der Materie nur wirbelnde Bewegungen des Aethers in Centren oder Mittelpunkten, welche so unendlich klein sind, daß viele Millionen derselben auf die Länge einer einzigen Lichtwelle kommen. Auch die Geschwindigkeit, mit welcher die Gasatome durcheinanderwirbeln, ist eine so enorme, daß, wie man aus Beobachtungen von Gasströmungen durch enge Röhren ermittelt haben will, ein solches Atom innerhalb einer Sekunde nicht weniger als 5000 Millionen Mal einen Stoß von den ihm begegnenden Atomen auszuhalten hat?!

Diese Beispiele ließen sich beliebig vermehren; aber ihre Vermehrung würde nichts an dem Resultate ändern, daß innerhalb der Begriffe von „Kraft und Stoff“ oder, um es genauer auszudrücken, innerhalb des Begriffes von „bewegter Materie“ Nichts undenkbar oder unmöglich erscheint, und daß wir im Angesicht so überzeugender Thatsachen keinen wissenschaftlichen Grund aufzufinden im Stande sind, der uns veranlassen könnte, jenem kleinen und unscheinbaren Saamenfaden, der den Mittelpunkt unsrer Betrachtung bildet, seine wunderbaren Vererbungs- und Uebertragungskräfte abzusprechen. Wir werden vielmehr jenem allgemeinen Gedanken zustimmen müssen,

welchen Darwin am Schlusse seiner Auseinandersetzung über die von ihm aufgestellte Theorie der Pangenesis mit den Worten ausdrückt: „Jedes lebende Wesen muß als ein Mikrokosmus betrachtet werden oder als ein kleines Universum, gebildet aus einer Menge sich selbst fortpflanzender Organismen, welche unbegreiflich klein und so zahllos sind, wie die Sterne am Himmel."

Wer dieses nicht anerkennen und es für unmöglich erklären will, daß ein so kleines Naturobjekt vermittelst seiner atomistischen Zusammensetzung und der daran haftenden Lebensbewegung so auffallende und weitgehende Wirkungen ausüben könne, der hat keinen andern Ausweg, als daß er sich ganz und gar auf die Seite der s. g. Spiritualisten in Physiologie und Philosophie stellt, welche bekanntlich das Dasein eines besonderen, für sich bestehenden, persönlichen, vom Stoff mehr oder weniger unabhängigen, einheitlichen, untheilbaren und unsterblichen Seelenwesens im Menschen annehmen — eines Seelenwesens, welches nicht nach den gewöhnlichen Gesetzen des mechanischen Geschehens zu beurtheilen wäre, da es seine Gesetze für sich habe. Aber schon ein ganz geringes Nachdenken reicht hin, um einzusehen, daß eine solche Annahme sich sofort in lauter Unmöglichkeiten und in die kolossalsten Widersprüche mit den hier vorgetragenen Thatsachen verwickelt, und daß der Spiritualismus ganz unfähig ist, eine genügende Antwort auf Fragen zu ertheilen, wie z. B. die folgenden:

Wie ist es möglich oder denkbar, daß ein solches einheitliches, untrennbares, für sich bestehendes Seelen-

wesen sich nichtsdestoweniger aus zwei ganz verschiedenen Principien zusammensetzt? aus einem männlichen und einem weiblichen Princip? Und wie kann es sein, daß diese Zusammensetzung überhaupt nur stattfindet, wenn und insoweit sie durch ganz bestimmte und materielle Zeugungsstoffe und durch deren unmittelbare Berührung und Durchdringung vermittelt wird?

Noch weit weniger, als auf diese Fragen, ist der Spiritualismus im Stande zu antworten auf die so äußerst wichtige Frage: Wann, wo und auf welche Weise tritt jenes hypothetische Seelenwesen in Verbindung mit dem entstehenden Leibe des neu sich bildenden Wesens? Oder — mit andern Worten — welches ist der Zeitpunkt der s. g. Beseelung der Frucht?

Diese wichtige Frage von der Beseelung der Frucht ist bekanntlich eine der ältesten der Seelenlehre, über welche schon um deßwillen endlose und an sich nutzlose gelehrte Streitigkeiten geführt wurden, weil derselben eine nicht geringe juristische Bedeutung zukömmt, und weil an der Frucht nur insofern ein Verbrechen begangen werden kann, als dieselbe als ein wirklich beseeltes Wesen angesehen wird.

Die Alten, und zwar nicht bloß Römer und Griechen, sondern auch Juden, Araber, Aegypter, Germanen, Slaven u. s. w., standen in diesem Punkte der Wahrheit näher, als wir, indem sie annahmen, daß die Seele erst nach der Geburt oder mit dem ersten Athemzuge in den Körper des Kindes eintrete; daher sie auch keine Strafen für das Verbrechen der Fruchttödtung kannten

oder festsetzten. Dieses geschah erst 200 Jahre nach Chr. durch den Einfluß des Christenthums, welches den Foetus als ein unsterbliches Wesen ansah, das, wenn nicht getauft, der ewigen Verdammniß anheimfällt, weil der Sünde Adams theilhaftig. Im Sinne dieser Anschauung nimmt das Justinianeische Gesetzbuch, freilich ganz willkührlich, den vierzigsten Tag nach der Empfängniß, also einen bestimmten Zeitpunkt des embryonalen Lebens, als den Zeitpunkt der Beseelung der Frucht an, während die modernen Rechtslehrer und Philosophen Empfängniß, Belebung und Beseelung als gleichzeitig erfolgend ansehen.

Hält man nun diesen Grundsatz mit der Ansicht der Spiritualisten von der Existenz eines besonderen, persönlichen Seelenwesens zusammen, so kommen solche Absurditäten heraus, daß beinahe jedes Wort darüber als zuviel erscheint. Denn fortwährend müßten darnach in der ganzen Welt Massen von (fertigen oder unfertigen) Seelen oder Seelenwesen bereit stehen, um auf den Zeitpunkt zu lauern, wo da oder dort ein Saamenthierchen in eine weibliche Keimzelle eindringt. Alle Hochzeits- und Ehebetten, alle öffentlichen oder geheimen Liebesstätten müßten von ihnen unaufhörlich in einer Art von Belagerungszustand gehalten werden, um ja nicht den Zeitpunkt zu verfehlen, wo sie ihre Thätigkeit zu beginnen und Platz in dem neu entstehenden Wesen zu nehmen hätten. Kurz — es wäre eine Art von Seelenwanderung im großartigsten Styl, wobei allerdings die armen Seelen in den meisten Fällen eine gar traurige

oder unwürdige Rolle zu spielen hätten und sich obendrein der Gefahr aussetzen müßten, jeden Augenblick (wenn z. B. die Frucht abstirbt) ihren warmen Wohnsitz wieder verlassen zu müssen oder aber, wenn aus dem Kind eine Mißgeburt oder eine s. g. Mole wird, in die tödtlichsten Verlegenheiten zu gerathen.

Uebrigens wollen wir die Geduld der Leser mit der Ausmalung solcher Eventualitäten nicht länger ermüden. Die Absurdität des extremen Spiritualismus gegenüber den Thatsachen der Zeugung, Entwicklung und Vererbung — ganz einerlei ob man Empfängniß und Beseelung als gleichzeitig erfolgend ansieht, oder ob man dafür einen späteren Zeitpunkt des embryonalen Lebens oder endlich den Moment der Geburt annimmt — ist eine so große, daß Niemand, der jene Thatsachen kennt, daran denken kann, diesen Standpunkt im Ernste festzuhalten.

Aber der Spiritualismus hat darum, als jene Thatsachen bekannt wurden, das Feld doch nicht geräumt. Die Thatsachen zwar konnte man nicht leugnen, aber die eigenartige, unsterbliche Menschenseele wollte man darum doch auch nicht fahren lassen. So entstand denn die Entdeckung oder Erfindung der berühmten oder berüchtigten Seelensubstanz, d. h. einer wohl immateriellen und unsterblichen, dabei aber theil- und übertragbaren seelischen Substanz, welche sich jedesmal im Moment der Zeugung von dem Körper der Zeugenden loslösen, dem Keime oder dem neuen Wesen einbilden und nach dem Tode desselben wieder aus dem Körper

entweichen sollte, um vielleicht — ähnlich den Wellen des Lichtäthers und ebenso geschwind wie diese — in andre Welträume sich fortzupflanzen, vielleicht aber auch von dort gelegentlich zur Erde wieder zurückzukehren und sich Menschen (oder Thieren) von Neuem einzupflanzen.

Der Geburtsort dieser sublimen Theorie ist die Universitätsstadt Göttingen, und ausgebrütet wurde sie von den Professoren Rudolf Wagner und Herrmann Lotze. Zwar gerieth die ganze Theorie bald nach dem darüber (in den Fünfziger Jahren) entbrannten heftigen Streit zwischen Rudolf Wagner und Karl Vogt, der seiner Zeit das größte Aufsehen erregte, in verdiente Vergessenheit; aber die Seelensubstanz selbst spukt seitdem in mehr oder weniger veränderter Gestalt in fast allen antimaterialistischen Streitschriften und ist erst wieder vor wenigen Jahren — wie bereits im Eingang des Aufsatzes Erwähnung fand — von dem inzwischen verstorbenen Prof. Naumann in Bonn in einer gegen den Verfasser gerichteten Streitschrift (Die Naturwissenschaften und der Materialismus, Bonn 1869) in das Feld geführt worden. *)

Die Kritik auch dieser Theorie ist eine sehr leichte und kann sich sehr kurz fassen. Denn schon das Wort „Seelensubstanz" enthält einen tödtlichen Widerspruch in sich selbst und lautet ungefähr, wie „ein schwarzer

---

*) Des Verfassers Antwort darauf findet sich in der Vorrede zur zehnten Auflage seiner bekannten Schrift: „Kraft und Stoff".

Schimmel" oder „ein weißer Rappe" oder noch besser wie eine „Substanz ohne Substanz", da eine Substanz ohne alle Attribute einer solchen doch unmöglich mehr eine Substanz genannt werden kann und in Wirklichkeit nicht besser und schlechter ist, als die alte, immaterielle Seele selbst. Aber auch in der Sache selbst ergeben sich bei näherer Betrachtung sofort Unmöglichkeiten und Widersprüche, die kaum weniger groß oder auffallend sind, als bei der bereits geschilderten Seelentheorie oder bei der extrem spiritualistischen Ansicht.

Schon Karl Vogt (man vergleiche dessen „Köhlerglaube und Wissenschaft", 1855) erinnerte in seinem wissenschaftlichen Streite gegen Rudolf Wagner daran, welch' ungeheurer Verbrauch von Seelensubstanz stattfinden müßte, wenn, wie die Theorie gezwungen ist anzunehmen, jedes Ei oder jeder Saamenfaden ein Stück der väterlichen oder mütterlichen Seele enthalte, da ja bekanntlich viele Thiere fortwährend Millionen von Eiern erzeugen, und da jeder zeugungsfähige Mann innerhalb eines Jahres Milliarden von Saamenthierchen producirt, von denen nur der allerkleinste Theil seine Bestimmung erreicht. Schließlich müßte, wie Vogt meint, von der Seele des oder der Zeugenden nichts mehr übrig bleiben. Was wird, so fragt Vogt weiter mit Recht, aus den Millionen oder Unsummen von Seelentheilen, welche unbenutzt verloren gehen oder ihre Bestimmung nicht erreichen — da sie doch als Theile einer unsterblichen Seele selbst unsterblich sein müssen oder nicht vernichtet werden können? Was geschieht

weiter, wenn nicht bloß ein Saamenfaden, sondern deren mehrere zugleich in ein Ei eindringen? Gibt es alsdann eine oder mehrere Seelen, oder wie sind die daraus entstehenden Conflikte zu beseitigen? — Wie und auf welche Weise endlich (und dieses ist der wichtigste Punkt) gelangt die supponirte geistige Substanz in die Keime hinein? — eine Frage, welche mit den Hülfsmitteln der Wissenschaft so gänzlich unbeantwortbar erscheint, daß Herr Naumann (wie bereits im Eingang dieses Aufsatzes erwähnt) bei dieser Frage angekommen erklärt, daß wir damit an der „Schwelle einer höheren Ordnung der Dinge" stünden, welche wir nicht zu überschreiten vermöchten — eine Antwort, mit welcher freilich jeder wissenschaftlichen Erörterung oder weiteren Forschung die Thüre vor der Nase zugeschlagen ist.

Was nun gar den Vergleich der Seelensubstanz und ihrer angeblichen Wanderung durch die Himmelsräume mit der Bewegung des Lichtäthers angeht, so bedarf es kaum eines Wortes der Widerlegung, da die geringste physikalische Bildung hinreicht, um das gänzlich Mißrathene dieses Vergleichs einzusehen. Jeder Schulknabe weiß heute, daß das Licht keine durch den Raum fortgeschleuderte Substanz ist, sondern in schwingenden oder undulirenden Bewegungen des feststehenden und alle Himmelsräume gleichmäßig erfüllenden Aethers besteht.

Der vorurtheilslose Leser wird nach Allem diesem mit Leichtigkeit erkennen, daß die neue Seelensubstanz-Theorie nicht besser, sondern wo möglich noch schlechter ist, als die alte Seelentheorie selbst, und daß keine andre

Möglichkeit, keine andere Erklärung übrig bleibt, als die materialistische oder realistische, welche alle Schwierigkeiten auf die einfachste, natürlichste und ungezwungenste Weise löst, indem sie die Seele nicht als ein besonderes Wesen für sich, sondern nur als den höchsten Ausdruck der organischen Kräfte selbst betrachtet und annimmt, daß deren künftige Entwicklung schon vom ersten Beginn des Lebens an durch die in den Keimstoffen enthaltene und diesen vom väterlichen und mütterlichen Organismus mitgetheilte Bewegungsrichtung zum Theil bestimmt ist. Die Seele fährt (nach Karl Vogt's treffendem Ausdruck) nicht in den Leib, wie der böse Geist in den Besessenen, sondern sie geht hervor aus einer langsamen und allmähligen Entwicklung und wird dabei bestimmt theils durch die in den beiden Keimstoffen enthaltenen Anlagen, theils durch die Erfahrungen und Eindrücke der Außenwelt. Daß in Folge dieser Eindrücke bereits in dem s. g. Foetus innerhalb des mütterlichen Organismus (denn auch der Foetus hat eine Außenwelt) die ersten seelischen Regungen sich zu entwickeln beginnen, wenn auch selbstverständlich in niederster oder unvollkommenster Weise, hat Prof. Kußmaul durch Experimente und Beobachtungen an Neugebornen festgestellt.*) Aber auch nach der Geburt, wenn alle Sinne wach sind und die Eindrücke der Außenwelt immer zahlreicher und mächtiger auf das allmählig zum Selbstbewußtsein heranreifende

*) Man vergleiche darüber des Verfassers Aufsatz: „Zum Seelenleben des Neugebornen“ in seiner Schrift: „Aus Natur und Wissenschaft“, III. Aufl., S. 234.

Wesen eindringen, dauert es doch sehr lange, bis sich aus fortgesetzten und oft wiederholten Empfindungen unser seelisches Wesen oder unser s. g. Geist allmählig entwickelt und aufbaut. Wer je Gelegenheit hatte, Kinder zu beobachten, weiß, wie unendlich langsam ihre geistige und seelische Entwicklung vor sich geht, und wie neben der von Eltern, Geschwistern und Lehrern geübten Erziehung und Anleitung die von den Ersteren überkommenen oder ererbten Charaktere, Fähigkeiten und Anlagen oder überhaupt Wesensbestimmungen den mächtigsten Einfluß äußern. Gewiß würde Letzteres noch weit bemerkbarer sein oder werden, wenn nicht durch den verwirrenden Einfluß der Kreuzung, die ja in unserm gesellschaftlichen Leben ganz und gar vom Zufall abhängig ist, hervorragende Charaktere oder vortheilhafte Anlagen des Einen der Erzeuger durch den Einfluß des Andern in der Regel mehr oder weniger verwischt oder gewissermaaßen neutralisirt würden, und wenn man es machen könnte, wie es bekanntlich der Philosoph Plato für seine Idealrepublik verlangte, in welcher immer nur die Besten mit den Besten in den besten Jahren und zur besten Zeit zusammengeführt werden sollten — oder wenn man es gar einrichten könnte, wie es der berühmte Philosoph Schopenhauer im Sinn hatte, wenn er in einem Kapitel über Erblichkeit in seiner drastischen Weise sagt: „Könnte man alle Schurken zeugungsunfähig machen und alle dummen Gänse in ein Kloster stecken, den Leuten von edlem Charakter ein ganzes Harem beigeben und allen Mädchen von Geist

und Verstand Männer und zwar ganze Männer verschaffen, so würde bald eine Generation erstehen, die ein mehr als Periklei'sches Zeitalter darstellte."

Aber auch ohne Anwendung solcher drakonischen Maaßregeln kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Erblichkeit oder Vererbung, welche sich ja — wohlgemerkt — nicht bloß auf angeborne, sondern auch auf während des Lebens erworbene Eigenschaften erstreckt und damit die Form der s. g. progressiven Vererbung annimmt — eine der mächtigsten Ursachen für den Fortschritt des menschlichen Geschlechtes in Natur und Geschichte gebildet hat und fortwährend bildet, und daß sie dieses in der Zukunft in um so höherem Grade thun wird, je mehr das Princip der Civilisation und der beinahe allmächtigen Erziehung in seiner Wichtigkeit erkannt und angewendet wird. So entfernen wir uns Schritt vor Schritt im Laufe der Geschichte, theils durch die Gesetze der Natur theils durch eigne Anstrengung, von jenem rohen und niedrigen Urbild unsres Wesens, welches den frühesten Anfang menschheitlicher Entwicklung auf der Oberfläche unsres Planeten gebildet hat oder gebildet haben muß; und je mehr wir dieses thun, um so weiter wird die Lücke, um so größer der Unterschied. Um so schwerer aber auch wird es dem Laien, an jenen natürlichen Zusammenhang des menschlichen Wesens mit der gesammten Lebewelt und den Gesetzen der Gesammt-Natur zu glauben, dessen Enträthselung im Einzelnen das Ziel der biologischen Wissenschaft der Gegenwart bildet, und zu welcher auch der vorstehende Aufsatz einen

Beitrag zu liefern bestimmt ist. Es wird eine Zeit kommen, wo jener Unterschied so groß geworden sein wird, daß selbst die Gelehrten der Zukunft eine Ueberbrückung desselben für gänzlich unmöglich halten müßten, wenn sie nicht in den Schriften und Zeugnissen der Vergangenheit Mittel genug finden würden, durch welche sie sich in ihrem Urtheile könnten bestimmen lassen.

Selbstbewunderung war bisher das Loosungswort der gesammten, den Menschen betreffenden Philosophie und Wissenschaft. Aber die Forschung, die nie ruhende und rastende, hat uns aus dieser Selbstbewunderung aufgestört und zeigt uns unser Wesen im Lichte jener sicht- und greifbaren Wirklichkeit, der wir ja doch durch keine Einbildung zu entrinnen vermögen, indem sie (nach Broka's vortrefflichem Gleichniß) die Rolle jenes römischen Sclaven übernommen hat, welcher dem Wagen der triumphirenden Cäsaren folgend ausrufen mußte: „Bedenke, daß du ein Mensch bist."

Zwar wird es gewiß nicht an Solchen fehlen, welche bereit sind, alles in diesem Aufsatze Vorgebrachte für rohen, oberflächlichen, unwissenschaftlichen, geistlosen und gemeinen Materialismus zu erklären. Verfasser zieht es vor, jetzt schon auf solche zu erwartende Angriffe nicht mit seinen eignen Worten, sondern mit denen eines der bedeutendsten Denker der Gegenwart oder John Stuart Mill's zu antworten, der zwar selbst kein Materialist ist, aber sich dennoch nicht scheut zu sagen: „Aber wenn der Versuch, die materiellen

Bedingungen der Operationen unsers Geistes zu bestimmen, „Materialismus" heißt, so muß jede Theorie, welche irgendwie Anspruch auf Verständlichkeit macht, materialistisch sein."

Anmerkungen und Zusätze.

1) Baal oder Bel wurde von allen syrischen Völkern als der Herr des Himmels und des Lichtes verehrt. Sein Dienst bezog sich übrigens nicht auf die Sonne allein, sondern auf alle Gestirne, als deren Herr und Gebieter er galt. Schon die Betrachtung und Beobachtung derselben galt als Gottesdienst, und so erlangten die chaldäischen Priester jene astronomischen Kenntnisse, welche uns heute so sehr in Erstaunen setzen. Dieser Bel- oder Balsdienst war übrigens allen semitischen Völkern gemein. Auch die Juden beteten ursprünglich auf Bergeshöhen zu der reinen Himmelskraft; aber bei keinem Volke bildeten sich diese Vorstellungen mehr zu einem reinen Sonnendienst aus, als bei den Phöniziern. Baal ist ihnen der wohlthätige Sonnengott, während sie die verderbenbringende Kraft des Gestirns unter dem Namen des Moloch oder Feuergottes anbeteten, welchem zu seiner Besänftigung die bekannten furchtbaren Menschenopfer dargebracht wurden. Die Bewohner der Stadt Tyrus hatten ihren besonderen Gott, den Baal-Melkart, welcher — ähnlich der Sonne, die am Himmelsgewölbe einherzieht und das Leben der Natur in unwandelbarer Ordnung und Gesetzmäßigkeit erhält — die Erde durchwandelt, Städte gründet und den Menschen Gesetz und Ordnung gibt. Diese Vorstellung hing wesentlich mit dem Colonisationsdrang der Tyrer zusammen. Diesen Baal-Melkart finden wir bei den Griechen der von ihm bestandenen Mühen und Gefahren wegen unter dem Namen des Halbgottes Herkules wieder. — Sehr bemerkenswerth erscheint dabei, daß von allen religiösen

Culten des Alterthums keiner sich gegen die voranschreitende Philosophie und Aufklärung durch seine ethische Bedeutung so dauernd erhielt, wie der Dienst des Sonnen-Gottes. Die Periode des vorherrschenden Helios-Dienstes fällt bei den Griechen mit ihrer frischsten Geistesblüthe zusammen; und aus der unsinnigen Vielgötterei erhob sich durch diesen Dienst immer mehr die Vorstellung eines einzigen, Alles beherrschenden Gottes, so wie auch die Sonne am Firmament ohne ihres Gleichen herrscht. Der Einführung des Christenthums war diese bereits vorhandene Vorstellung von einem obersten Gotte sehr günstig und kam der Begründung des Monotheismus fördernd entgegen; denn das monotheistische Judenthum war auf einen zu kleinen Raum eingeschränkt, um eine so ausgedehnte Wirkung üben zu können. — Selbst nach Rom drang der Baalsdienst vor. So sehen wir daselbst zur Zeit der Göttermischung und Religionsmengerei neben dem Sol-Helios den Baal verehrt, welchem der Kaiser Antoninus Pius (138—161 nach Chr.) in der heiligen Sonnenstadt Baalbek in Cölesyrien einen herrlichen Tempel, den großen Sonnentempel, dessen gewaltige Ueberreste jetzt noch sichtbar sind, errichten ließ. In Emesa in Cölesyrien wurde der Sonnengott Elegabal unter der Gestalt eines schwarzen Steins verehrt, den sein Oberpriester Antonius Bessenius, als er zur kaiserlichen Würde nach Rom berufen wurde, dahin bringen ließ. Er nahm nach seinem Gotte als Imperator den Namen Heliogabalus an, zeigte sich stets in der kostbaren und halb weibischen Tracht des orientalischen Sonnenpriesters und vermählte sich als solcher mit der ersten Vestalin, womit die Vollendung der Theokrasie oder Göttermischung angedeutet werden sollte. Noch mehr verbreitete sich um jene Zeit der Cultus des persischen Sonnengottes Mithras, wie die zahlreichen, überall über die römischen Niederlassungen verbreiteten Mithrassteine beweisen. Mit dem Mithras-Cult waren Mysterien verbunden, welche den Zweck hatten, ihre Eingeweihten zur Tugend und zur Läuterung der Seele anzuleiten; und daher setzte derselbe der mehr und mehr einreißenden Sittenlosigkeit der Zeit häufig eine wohlthätige Schranke. Daß sich der Mithrasdienst durch die römischen Legionen vorzugsweise nach Gallien verpflanzte und dort einbürgerte, ist bekannt. Vollendet wurde der Triumph des Sonnengottes über alle übrigen Götter durch den trefflichen

römischen Kaiser Aurelian, 274 nach Chr. Er erhob den Sol invictus zum obersten der Götter des Pantheon und errichtete ihm sowohl in Rom, wie in Palmyra prachtvolle Tempel. — Nachdem der allmächtige Sonnengott durch den noch mächtigeren Gott der Christen gestürzt war, flüchtete er sich in die Sage und in die Dichtung und hat sich darin — freilich in vermenschlichter Gestalt — bis auf den heutigen Tag erhalten. Der edelste Held in dem berühmten Gedicht des Firdusi ist Sijemusch, der voll Glanz und Feuer seinen Siegeslauf über die Erde hält, bis ihn die tückische Macht seines Feindes besiegt und hinab in die Unterwelt stürzt. Sijemusch und sein Loos ist gleichbedeutend mit dem deutschen Helden des Nibelungenliedes und seinem Schicksal. Auch in Siegfried verkörpert oder vermenschlicht sich die Idee der aufstrebenden Sonne, die immer mächtiger emporsteigt, und deren Macht nichts zu widerstehen vermag. Aber der Herbst naht, und von den dunklen Mächten besiegt, muß die Herrliche in das Reich der Schatten hinabsteigen. So auch empfängt Siegfried von dem tückischen Hagen meuchlings den Todesstoß.

2) Die Egypter, durch die Beschaffenheit ihres Landes darauf angewiesen, stets gegen das Voranschreiten der Wüste, von der es auf beiden Seiten umgeben ist, anzukämpfen, suchten den Tod zu bekämpfen und das Leben zu stärken und zu verherrlichen. So wendete sich ihr Religionsdienst fast ausschließlich derjenigen Naturkraft zu, welche ihrem Lande Leben und Fruchtbarkeit verlieh, oder der Sonne. Der Sonnen-Cult ist der früheste Kern und das allgemeinste Princip des egyptischen Götterdienstes und bildete neben allen Lokal-Culten und Lokal-Gottheiten die oberste Spitze desselben. Die älteste Bezeichnung des Sonnen-Gottes ist Ra — ein Wort, das man, um den Werth der Lokalgötter zu steigern, gewöhnlich noch ihrem Namen beifügte, wie z. B. Ammon-Ra in Theben, Atmu-Ra, Osiris-Ra u. s. w. Sie waren alle ursprünglich nur lokalisirte Formen des Sonnengottes, welche erst im Laufe der Zeit selbständig wurden. Auch die Benennung Pharao dürfte nichts Anderes sein, als eine Verbindung des Wortes Ra mit dem Artikel ph = Phra. Dieser Ra oder Phrah, der Sohn der großen Mutter Neith oder der Ur-Materie, wurde besonders in Memphis, welches die Griechen deßhalb Heliopolis oder Sonnenstadt nannten, verehrt. Keine

weibliche Gottheit theilte die Ehre der Herrschaft mit ihm, er war der selbstgeschaffene, Leben-erzeugende Gott, der sich jeden Tag neu gebiert, nachdem er während der Nacht sein Licht den Bewohnern der unterirdischen oder elysischen Welt, wo die Todten weilen, hat leuchten lassen. Sein Abbild war die bekannte Sphinx-Gestalt des Löwen mit dem Haupte des Sonnen-Gottes, „und die älteste Skulptur-Arbeit, welche die Erde kennt, die riesige, aus dem Felsen gehauene, 177 Fuß lange Sphinx im kleinen Thale bei der großen Pyramide ist nichts Anderes, als ein Gedenkstein des altegyptischen Sonnen-Cultus" (Reitlinger). Da ihm ebenso, wie dem jüngsten Sonnengotte Horus, der Sperber heilig war, so wird er auf den Denkmälern meistens als ein Mann mit einem Sperberkopf, über welchem eine Sonnenscheibe schwebt, abgebildet. Den „Vogel des Ra" besingt der Dichter in folgenden herrlichen Versen:

„Hoch über den Häuptern der Menschen daher
„Durchschneidet mein Fittig das Aethermeer.
„Der Schöpfer, der mächtige, hat mich gemacht;
„Ich gleiche ihm selber an glänzender Pracht.
„Nun bin ich so lieblich, so köstlich zu schau'n,
„Wie Kronen der Blumen auf blühenden Au'n!
„Doch strahl' ich auch glänzend im herrlichen Licht,
„Geheim ist mein Wesen, du kennest es nicht;
„Ich aber kenn' Alles, was wird und geschah —
„Ich bin ja die Seele des ewigen Ra."

Als greifbarer, vermenschlichter Gott, der seinen besonderen Mythus und Cultus besitzt, zeigt sich dann später der Sonnengott Osiris, mit seiner Schwester und Gemahlin Isis, welche die Repräsentantin des Mondes ist, und ihrem Sohn Horus oder Horos. Sie versinnbildlichen den vom Einfluß der Sonne abhängigen Kreislauf des Jahres. Osiris, der Beglücker, wird von seinem neidischen Bruder Set oder Typhon ermordet, und sein Leichnam wird in den Nil versenkt. Trauernd sucht ihn seine Gemahlin und setzt die Leiche bei; aus dem Schattenreiche aber, dessen Fürst Osiris wird, fordert derselbe seinen Sohn Horus (von dem semitischen Hur = Licht) zur Rache auf. Horus überwindet den Typhon und jagt ihn mit seinen Gesellen in die Wüste, worauf er als der jüngste Sonnengott oder als der letzte der alten

egyptischen Götter die Herrschaft übernimmt. Osiris gilt nun als die im Verborgenen immerfort schaffende Naturkraft, indessen sich in Horus das sichtbare Sonnenbild verkörpert. Typhon aber mit seiner Gluthhitze, seinen verderblichen, Krankheit bringenden Winden, bildet den Inbegriff aller feindlichen Naturkräfte und steht als Todbringende Gewalt jenen wohlthätigen Gottheiten feindlich gegenüber. Diesen heidnischen Vorstellungen verdankt auch wahrscheinlich unser christlicher Marien-Cult seine Entstehung, indem die egyptische Isis mit dem Horusknaben identisch ist mit der christlichen Himmelskönigin mit dem Christusknaben, und die Taube des heiligen Geistes identisch mit dem Sperber des egyptischen Gottes Thot.

3) Auch die übrigen Götter der Inder stehen mehr oder weniger mit der Sonne und dem Wechsel der Jahreszeiten in Beziehung. So stirbt Brahma zur Zeit des winterlichen Regens und wird dann wieder neu geboren. Civa oder Siva ist ein helischer Frühlingsgott, Vischnu der Gott des Sommers und der Sommer-Sonnenwende. Brahma entspricht am meisten dem Osiris, Civa der Isis und Vischnu dem Horos der Egypter. Die ganze Religion der Arier überhaupt war eine Sonnen- und Licht-Religion. Häufig war der Sonnendienst auch mit dem s. g. Phallus-Dienst verbunden.

4) Dieses hängt zusammen mit dem bekannten Dualismus in den Religionsvorstellungen der alten Iranier, welcher seine Entstehung dem Einfluß der größten Gegensätze und des heftigsten Naturwechsels ihres Landes verdankt. Von der einen Seite durch die Schneestürme und kalten Winde bedroht, welche das nördlich gelegene Nachbarland Turan zu einem unwirthlichen Aufenhalt machen, auf der andern Seite von der Gluthhitze und dem Sand der Wüste begrenzt, sah das Land Iran sich inmitten dieser beiden Extreme als bevorzugt und gesegnet durch die Macht des leuchtenden Tagesgestirns, das ihm Wärme und Fruchtbarkeit brachte. Darum herrschen außerhalb, namentlich in Turan, die Geister und Dämonen der Finsterniß — ein Glaube, der durch die häufigen räuberischen Einfälle der Steppenvölker genährt und befestigt wurde. Ihnen gegenüber verehrte man in Iran selbst auf reinen Bergeshöhen mit heiligem Eifer den wohlthätigen Sonnengott Mithras und dessen irdisches Abbild, das Feuer. Diesen

natürlichen Vorstellungen legte nun Zoroaster in seiner Zend-Religion eine ethische Deutung unter, indem er das freundliche, wohlthätige Wesen, welches zuerst verlangt, daß Diejenigen, welche zu ihm beten, rein seien, wie es selber, als Ormuzd an die Spitze der guten, den Ahriman aber, den Verderbenbringer, an die Spitze der bösen Geister stellt. Neben diesem, bald als Schöpfer und Weltgeist mehr allgemein gedachten guten Gott bleibt dann noch Mithras als eigentlicher Sonnengott bestehen, dem die Iranischen Völker mit Vorliebe dienten. Das Feuer galt für den sichersten Schutzgott gegen die bösen Geister; darum wurde es später von den Persern vorzugsweise verehrt und angebetet. Daher der Name der „Feueranbeter.“ Die alte Zend-Religion erhielt sich leider nicht lange in ihrer ursprünglichen Reinheit. Der Mithras-Dienst aber verbreitete sich über Asien und nahm durch seine Berührung mit der semitischen und griechischen Welt fremde Bestandtheile und Lehren in sich auf — wie er denn überhaupt unter den Händen der Magier, der späteren Priester, mit einem Ceremoniell und mit Gebräuchen umgeben wurde, die ihm ursprünglich fremd waren. Trotzdem blieb, wie schon im Texte bemerkt wurde, die ihm innewohnende Idee und der Glaube an die Macht des Sonnen-Gottes mächtig genug, um ihn bis in die ersten Jahrhunderte nach Christus zu erhalten. Der modernen Naturwissenschaft jedoch blieb es vorbehalten, nachzuweisen, daß der Instinkt der Naturvölker dieselben in ihrer Vorliebe für die Verehrung der Sonne als der Alles erzeugenden und belebenden Urkraft vollständig richtig geleitet hatte. Uebrigens mag an dieser Stelle nicht unterlassen werden zu bemerken, daß nach der Meinung namhafter Forscher der Sonnendienst nicht die alterälteste Form der Gottes-Verehrung darstellt, sondern daß er erst auf die Verehrung der s. g. Erd-Götter und der Gewitter-Götter oder Gewitter-Dämonen folgte. Der Gewitter-Dienst bildete darnach die gemeinsame Grundlage der Sonnen-Religion und der Erdverehrung. Erst allmählig gehen dann die Gewitter-Götter in Lichtgötter über. Dieses stimmt damit, daß in der Regel die der Erschaffung der Welt vorangegangene Zeit als Nacht oder Finsterniß vorgestellt wurde, über welche dann die Sonne allmählig Herr geworden sei. Auch glaubte man, die Sonne existire während der Nacht nicht. Das im Alterthum allgemein übliche Verbrennen der Gottes-

opfer erklärt sich daraus, daß man Gott und Feuer für identisch ansah.

5) Auch in der Art des Cultus des Sonnengottes Mithras zeigt sich viele Aehnlichkeit, ja Uebereinstimmung mit den Gebräuchen der christlichen Religion, wie der Franzose Düpuis (l'origine de tous les cultes) im Einzelnen nachgewiesen hat. Woraus derselbe, da der Mithras-Cult der ältere ist, schließt, daß jene diesem entlehnt sind. Die Namen Mithras, Christus, Osiris, Bacchus, Adonis, Atys (der phrygische Sonnengott) u. s. w. sind nach Düpuis alle gleichbedeutend, und das christliche „Lamm", welches die Sünden der Welt auf sich nimmt, ist nach ihm nichts Anderes, als das Himmelszeichen, in welches die Sonne zu der Zeit eintritt, da sie unserer Erdhälfte die langen Tage und die Alles belebende Wärme wiederbringt. Schließlich nahm Christus selbst den Namen des Lamm's an. Auch wurde der christliche Gott ursprünglich als Lamm abgebildet oder verehrt, bis die Synode von Konstantinopel (680 n. Chr.) dafür das Bild des Gekreuzigten substituirte.

In ähnlicher Weise deducirt E. Schwella („Inland", 1881, Nr. 1) die christliche Mythe als die auf altindische und altegyptische Quellen zurückzuführende „menschliche Darstellung der Sonnen-Wirkung auf die Erde innerhalb des Kreislauf's eines Jahres." Das Wort „Christus" leitet er von dem indischen Weltbeglücker „Krischna" ab. Auch Krischna heilte nach der indischen Mythe Kranke, machte Blinde sehend und Lahme gehend, erweckte Todte, wurde gekreuzigt und stand wieder auf. Noch heute findet man in den indischen Tempeln seine bildlichen Darstellungen mit Nagelwunden an Händen und Füßen. In der That hat die indische Krischna-Mythe, wie dieses ganz neuerdings wieder der Franzose Jacolliot (Voyage au pays des Perles, Paris 1879) eingehend nachgewiesen hat, eine so auffallende Aehnlichkeit oder Gleichheit mit der Christus-Mythe, daß man dabei unmöglich an bloßen Zufall denken kann. Brahma ist das oberste schaffende Princip und heißt Gott oder „Vater". Sein Sohn Wischnu incarnirt sich in der Person Krischna's, welcher als Prophet und Retter der Menschheit zur Erde herabsteigt und nach vollendetem Werk eines schimpflichen Todes stirbt. Siva, die dritte Person der indischen Dreieinigkeit, welche sich später allen Theogonien der Welt mitgetheilt hat, repräsentirt das Gesetz des Werdens und Vergehens und entspricht

dem „heiligen Geist" der Christen. Nachdem Brahma Erde, Sonne, Licht, Sterne, Pflanzen und Thiere geschaffen, erschafft er die Menschen Adhima und Heva und jagt sie, nachdem sie ihm ungehorsam gewesen, aus dem irdischen Paradies auf der Insel Ceylon — eine Sage, welche von Indien nach Egypten und von da zu den Juden gelangte. Die Sage erzählt weiter, daß die Menschen, nachdem sie durch ihre Schlechtigkeit den Zorn Gottes erregt hatten, durch eine Sündfluth gestraft wurden, aus welcher sich nur ein Mann, Namens Waivastata, mit seiner Familie, von Gott vorher gewarnt, auf einem Schiffe rettete, mit einem Paar von jeder Thierart, und die Erde später wieder bevölkerte. Um aber die von Adhima und Heva begangenen Sünden wieder gut zu machen, wurde die Königstochter Devanaguy durch die göttlichen Strahlen Wischnus befruchtet und so Krischna als Incarnation dieses Gottes geboren (Christna oder Kistna bedeutet im Sanskrit „göttlich" oder „geheiligt"; daher das griechische Wort „Christos" mit gleicher Bedeutung). Aber der wilde und grausame Onkel der Jungfrau, Namens Kansa, welchem prophezeit worden war, daß jenes Kind ihn für seine Verbrechen dereinst züchtigen werde, ließ, nachdem Devanaguy mit Hülfe Wischnus entflohen war, alle Knaben umbringen, welche in derselben Nacht, wie Krischna, geboren waren, in der Hoffnung, daß er darunter sein werde. Diese Erzählung, welche nach Jacolliot alle historischen und religiösen Schriften des alten Indiens wiederholen, und deren Andenken durch Monumente und Sculpturen gesichert ist, und zwar 6000 Jahre vor unsrer Zeitrechnung, gab Anlaß zu der unsinnigen biblischen Erzählung des bethlehemitischen Kindermords, dessen kein Geschichtsbuch Erwähnung thut, und der in dem Zeitalter des Kaiser Augustus gar nicht möglich gewesen wäre. Aber Krischna entging der Verfolgung, umgab sich, als er erwachsen war, mit eifrigen Schülern, durchwanderte predigend und belehrend ganz Indien und wurde schließlich von den indischen Priestern, welche für ihre Macht fürchteten, getödtet. Sein Leichnam verschwand, und man nahm an, daß er zum Himmel zurückgekehrt sei. Seine Lehren, wie sie in den heiligen Büchern der Inder enthalten sind, basiren auf der reinsten und hochherzigsten Moral. Man beurtheile darnach, sagt Jacolliot, ob die Gnostiker und die Anhänger der Alexandrinischen Schule Recht hatten, als sie

zu den christlichen Aposteln sagten: „Ihr habt die Geschichte Eures Erlöser's aus den Incarnationen Asiens zusammengesetzt; Eure Religion ist nichts weiter, als eine Erneuerung der Mysterien des Orients.“ — Nach Radenhausen („Christenthum ist Heidenthum“, Hamburg 1881) kann man die Dienste des egyptischen Osir, des jüdischen Adonai, des persischen Mithras, des hellenischen Apollon (Dionysus-Bacchus) als zusammengeflossen wieder erkennen im christlichen Kirchendienst. Der Sonnendienst des Alterthums war überaus pracht- und prunkvoll und gab dann später die willkommnen Vorbilder zum christlichen Ritus. Alles demselben Eigenthümliche, (wie Glatze [als Darstellung der Sonnenscheibe], Krummstab, Dreikronen, Kelch, Klingel, Weihrauch, Weihwasser, Wechselgesänge, Saitenspiel, Kniebeugen, Gebete, Segnungen, Waschungen, Opferungen, Wallfahrten, Gelübde, Weihgeschenke, Gewandung, Umzüge, Einsiedler- und Büßer-Leben u. s. w.) findet seine deutlichen Vorbilder in dem alten Sonnendienst, namentlich in dem egyptischen. So machte das Heidenthum seine christlichen Ueberwinder gewissermaßen zu seinen Knechten. Das egyptische Sonnenkind ward das Christkind, der jüngere Sonnenherr der jugendliche Messias, der getödtete Osiris der getödtete Heiland, der egyptische Thot der heilige Geist des Christenthums, die Dreieinigkeit von Osiris, Isis und Horus ward die christliche Dreieinigkeit von Vater, Mutter, Sohn u. s. w. Die ganze Fülle der heidnischen Untergötter verwandelten sich in unzählige Heilige, und da bei dem Durcheinandermengen so vieler verschiedener Vorstellungen endloses Gezänk unausbleiblich war, so gab dieses Anlaß zu jenen ewigen, grausamen und heimtückischen Streiten und gegenseitigen Morden, von welchen die Geschichte des Christenthum's erfüllt ist. Die lächerlichsten Spitzfindigkeiten und Streitigkeiten über die Natur des Heiland's, des Abendmahl's u. s. w. spannen sich Jahrhunderte lang fort und kosteten unzähligen Menschen Gut und Leben. Auch machte man sich in den orientalischen Ländern nicht das geringste Gewissen daraus, den neuen Gottessohn mit den dort verehrten heidnischen Göttern, namentlich mit dem Sonnengott, zu indentificiren. So ist das historische oder gewordene Christenthum nach Radenhausen in Wirklichkeit nichts Anderes, als ein der ursprünglichen christlichen Idee theils mit List, theils mit Gewalt aufgepfropftes Heidenthum mit allen seinen

Lastern und Fehlern. Die Christen haben ärger gegeneinander gewüthet, als reißende Thiere, und zwar Alles im Namen des übermilden Jeschua, welcher befohlen hatte, den Feind zu lieben und dessen Fluch mit Segen zu vergelten.

6) Mädler, der berühmte Astronom von Dorpat, war es, welcher den Stern oder die Sterngruppe Alcyone in der Plejaden-Gruppe für den Mittelpunkt unsres Fixsternsystem's erklärte, während neuere Astronomen das wahrscheinliche Gravitations-Centrum in einer ganz andern Richtung des Himmels suchen. Vielleicht wird der angenommene Mittelpunkt durch einen uns nicht sichtbaren, weil ausgelebten und daher dunkeln Weltkörper gebildet. Vielleicht auch bewegt sich das ganze System von Weltkörpern ohne Centralsonne dennoch in einheitlicher Ordnung, in ähnlicher Weise wie sich z. B. auch der Milchstraßenring von selbst im Gleichgewicht und in geregelter Bewegung erhält. Gewiß ist nach den Versicherungen der Astronomen, daß die Bewegung selbst in der Richtung nach einem Punkte im Sternbild des Herkules geht, und daß die Astronomie „Gesetzlichkeiten in dem Zuge der Sterne entdeckt hat, welche auf eine Verbindung unter einander durch ein einheitliches Princip sicher schließen lassen.“ (M. W. Meyer: Kosmographisches Skizzenbuch, Leipzig 1879).

7) Dennoch ist es zweifelhaft, ob irgend eine feste oder flüssige Substanz von größerer Ausdehnung auf der Sonne vorhanden ist. Wahrscheinlich besteht das Innere des Sonnenkörper's aus einer Gasmasse von außerordentlich hoher Temperatur, welche kraft dieser Temperatur der Zusammenpressung durch den Einfluß der Schwerkraft einen solchen Widerstand entgegensetzt, daß ihre Dichtigkeit noch größer wird, als diejenige des Wasser's. Auch auf der Erde war man im Stande, Gase, Luftarten oder gesättigte Dämpfe durch mechanische Mittel bis zur Dichtigkeit des Wasser's zusammenzupressen, ohne daß sie dadurch ihre gasartige Natur verloren hätten, während sie bei noch gesteigertem Druck und erniedrigter Temperatur sich in Flüssigkeiten oder selbst feste Körper verwandeln. Secchi, der berühmte Sonnenforscher, hält dafür, daß „die Masse der Sonne sich in einem gasförmigen oder, richtiger ausgedrückt, in einem solchen Zustande befindet, in welchem der molekulare Zusammenhang der Massentheilchen durch die thermische Repulsion (Widerstandskraft der Wärme) vollständig aufgehoben

wird; dieser Zustand reicht wenigstens so tief in das Innere der Sonne hinab, daß man die ganze Schicht, in welcher die unsrer Beobachtung zugänglichen Erscheinungen vor sich gehen, als vollständig gasförmig betrachten kann." An einer andern Stelle sagt derselbe Autor, „daß die größere Masse der Sonne, die bis zu einer gewissen Tiefe dampf- oder gasförmig ist, in größeren Tiefen sich in jenem intermediären (oder Zwischen-) Zustand befinden muß, den man weder als Flüssigkeit noch als Gas bezeichnen kann." (Secchi: Die Sonne, deutsch von Schellen, 1872).

8) Anaxagoras erklärte auch mit einem für jene Zeit gewiß bewunderungswürdigem Scharfblick, daß die Sonne weit größer sei, als sie scheine; er meinte, sie möge wohl so groß sein, wie der Peloponnes oder die heutige Halbinsel Morea, während andere zeitgenössische Philosophen, bloß dem Augenschein folgend, ihren Durchmesser auf einen Fuß schätzten. Dagegen erklärten sie Andere wieder für ebenso groß oder selbst bedeutend größer, als die Erde. Eudoxus schätzte sie neunmal so groß als den Mond. Anaximander (um das Jahr 600 vor Chr.) war der Meinung, daß die Sonne nur eine kreisrunde Oeffnung im Himmelsgewölbe sei, durch welche die feurige Sphäre des letzteren hindurchscheine — eine Meinung, welche bei seinem Nachfolger Empedokles in etwas veränderter Gestalt wiederkehrt.

9) Die im Texte geschilderte Wilson-Herschel'sche Hypothese ist übrigens in ihren Grundzügen weit älter, als ihre Urheber. Denn schon um die Mitte des fünfzehnten Jahrhundert's sprach Nikolaus von Cusa, Bischof von Brixen, die Ansicht aus, daß die Sonne aus einem erdigen, dunkeln, von einer leuchtenden Umhüllung umgebenen Kern bestehe — eine Ansicht, welcher im Wesentlichen auch Galilei, der die Sonnenflecken für Thäler der Sonnenoberfläche hielt, beistimmte. — Die Bewohnbarkeit der Sonne wurde noch von A. von Humboldt und von Arago (1851) für möglich gehalten und bis in die Mitte der sechziger Jahre vertheidigt. Man dachte sich den dunkeln Sonnenkörper gleich der Erde mit Bergen, Thälern, Seeen und Flüssen, und die leuchtende, wolkenartige Atmosphäre, die Spenderin des Lichtes und der Wärme, ein paar hundert Meilen über demselben und derart durch eine graue Wolkenschicht von der Oberfläche des Kerns getrennt, daß auf letzerer ein ewiger Frühling und ein

gleichmäßig mildes Klima herrsche, welches die Existenz lebender Wesen möglich mache. Der Berliner Hof-Astronom Bode hat seiner Zeit das Glück dieser Sonnenbewohner in sehr sentimentalen Betrachtungen geschildert. — Auch die Meinung, die Sonne habe kein eignes Licht, sondern diene nur, wie schon Empedokles lehrte, als Vermittler oder Widerschein des s. g. Urlichtes oder Urfeuer's, fand in früheren Jahrhunderten Vertreter. Ebenso die Meinung, die Sonne sei vielleicht an und für sich ganz kalt und nur leuchtend, so daß die Wärme erst auf der von den Sonnenstrahlen getroffenen Erde entstehe. Ganz im Gegentheil weiß man jetzt mit aller Bestimmtheit, daß auf der ganzen Erde kein Atom Wärme vorhanden ist, das nicht ursprünglich in der Sonne geruht hat oder jetzt mit ihren Strahlen zu der Erde herabkömmt. — Arago nahm vier übereinander befindliche Theile der Sonne an: 1) der dunkle Centralkörper; 2) eine Wolkenschicht; 3) die Photosphäre; 4) eine Umhüllung aus dunkeln oder schwach leuchtenden Wolken.

10) Zerlegt man irgend welches Licht, sei es nun Sonnen-, Sternen- oder Lampen-Licht, durch ein s. g. Glasprisma in seine einzelnen Bestandtheile oder Farben (Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett), die jedoch nicht scharf von einander getrennt sind, sondern allmählig in einander übergehen, so erblickt man in dem dadurch gewonnenen farbigen Bild, dem s. g. Spektrum, gewöhnlich eine Anzahl von verschieden gefärbten, bald hellen, bald dunkeln, parallel mit den Farben-Grenzen laufenden Linien von verschiedener Breite und Stellung, welche dadurch entstehen, daß in dem das Spektrum erzeugenden Licht gewisse Substanzen in Verbrennung begriffen sind und gewissermaaßen ein zweites verschiedentlich gefärbtes Licht aussenden. Denn ganz reines Licht für sich, wie es ein glühender fester oder auch flüssiger Körper, z. B. ein glühender Kalk-Cylinder, im Drummond'schen Licht oder ein glühender Platindraht oder ein weiß glühendes Stück Eisen auswirft, läßt jene Linien nicht erkennen; es erscheint im Prisma in ganz reinen, linienfreien oder durch Linien nicht unterbrochenen Farben, weßhalb man das auf solche Weise erzeugte Spektrum ein continuirliches Spektrum nennt. Nur wenn das Licht von einer dampfförmigen Quelle oder Flamme herrührt, in welcher Substanzen zu verbrennen im Stande sind, entstehen

die Linien; und wir dürfen daher, sobald wir die Linien erblicken, schließen, daß in der Lichtquelle eine Substanz in gasförmigem Zustande vorhanden ist. Man nennt ein solches Spektrum ein discontinuirliches oder Linien-Spektrum. Jeder einzelne Stoff oder jedes chemische Element besitzt nun in dem Spektrum seine bestimmten Linien, erkennbar durch Stellung, Farbe, Schärfe, Dicke, Zahl u. s. w., an welchen seine Anwesenheit in der Flamme mit vollkommner Sicherheit erkannt werden kann. So zeigen z. B. Natrium eine gelbe, Kalium zwei rothe und eine violette, Lithium eine rothe und eine gelbe, Calcium neun Linien, darunter eine intensiv grüne, u. s. w., und eine Analyse dieser Stoffe, deren Nachweis auf chemischem Wege zeitraubende Operationen erfordert haben würde, ist somit mit Hülfe der Spektral-Analyse in einigen Sekunden durch den Blick gemacht. Dazu ist die spektralanalytische Reaktion so außerordentlich fein und empfindlich, daß mit Hülfe derselben die Anwesenheit von Stoffmengen erkannt werden kann, welche für unsre sonstigen chemischen oder mikroskopischen Hülfsmittel ihrer geringen Menge halber vollständig unerkennbar sind. So verräth sich die Anwesenheit von einem dreitausend millionten Theil eines Gramm's oder des fünfhundertsten Theils eines Pfundes Kochsalz in der Flamme des das Spektrum erzeugenden Lichtes durch das Aufflammen der bekannten gelben Natrium-Linie D im Spektrum. Es ist dies eine Stoffmenge, welche kein Mikroskop und keine chemische Reaktion nachzuweisen im Stande sein würde, auch wenn dieselbe tausend oder zehntausend mal größer wäre. Bei dieser außerordentlichen Empfindlichkeit ist es erklärlich, daß bei dem durch die Seewinde veranlaßten Kochsalzgehalte der Luft es kaum möglich ist, eine Flamme herzustellen, welche die Natriumlinie nicht zeigt. Schon das bloße Abstäuben eines Buches in einem Zimmer, in welchem ein Apparat steht, genügt, um die Linie zu erzeugen. Allerdings ist die Natrium-Reaktion die empfindlichste von allen; bei Lithium bedarf es z. B. schon der Anwesenheit eines hundert bis dreihundert millionsten Theils eines Gramm's, um dessen rothe und gelbe Linie hervortreten zu lassen, während Kalium noch weniger empfindlich ist. Diese übergroße Empfindlichkeit der Spektral-Analyse hat denn auch in der That bereits zur Entdeckung von vier neuen Grundstoffen oder Metallen geführt, von deren

Existenz die Chemie vorher keine Ahnung hatte und auch wohl nie erhalten haben würde; es sind Cäsium, Rubidium, Thallium und Indium. Die beiden ersten Stoffe wurden 1860, Thallium 1862 und Indium 1863 entdeckt. Indium gibt eine blaue und eine violette Linie, Thallium eine grüne, Rubidium zehn Linien von verschiedenen Farben, unter denen zwei dunkelrothe, Cäsium elf Linien, unter denen zwei himmelblaue von sehr intensiver Färbung — alle an bestimmten Stellen des Spektrums. Nachdem die Existenz dieser Metalle auf solche Weise einmal bekannt war, ist es, wenn auch mit großer Mühe, gelungen, sie in solchen Quantitäten zu gewinnen, daß eine Feststellung ihrer Eigenschaften auf chemischem Wege möglich wurde. Das Rubidium hat eine weiße, metallglänzende Farbe und eine so große Verwandtschaft zum Sauerstoff, daß es sich an der Luft von selbst entzündet. Aehnlich das noch schwerer gewinnbare Cäsium! Beide sind in verschiedenen Mineralwässern, sowie in der Asche verschiedener Pflanzen, z. B. des Tabacks, enthalten und zeigen in ihrem Verhalten große Aehnlichkeit mit dem Kalium. Das von Richter entdeckte Indium findet sich vorzugsweise in der Freyberger Mineralblende, sieht aus wie Platina, ist weicher wie Bley, hat große Aehnlichkeit mit dem Cadmium u. s. w. Das von Crookes entdeckte Thallium endlich ähnelt ebenfalls dem Bley, ist schwerer, als dasselbe, sehr giftig, oxydirt rasch zu einem im Wasser leicht löslichen Alkali und zeigt sehr merkwürdige chemische Eigenschaften, deren weitere Verfolgung zu weit von unserm Thema ablenken würde. Es ist sehr verbreitet in der Natur und vielleicht in der Zukunft zu einer größeren Rolle berufen, als seine neu entdeckten Concurrenten.

Setzt man nun — um zu unserm eigentlichen Thema zurückzukehren — hinter eine Flamme, in welcher solche linienerzeugende Stoffe verbrennen, ein anderes helleres Licht oder einen leuchtenden Körper von höherer Temperatur — ein Experiment, welches zuerst der Engländer Brewster im Jahre 1833 ausführte — so bemerkt man, wie sich die vorher hellen oder gefärbten Linien des Spektrum's durch s. g. Absorption oder Verschluckung in dunkle oder schwarze Linien verwandeln, und dieses sind die berühmten Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrum's, welche zwar schon Andere vor ihm (Wollaston 1802)

gesehen, aber nicht genauer untersucht hatten. Fraunhofer (1814) zählte deren 6—700 und maß ihre genaue Lage. Die acht am stärksten hervortretenden und am leichtesten erkennbaren bezeichnete er mit den Buchstaben A bis H. Ein solches Spektrum mit dunkeln, statt hellen, Linien nennt man ein Absorptions-Spektrum; und die Absorption ist vollkommen gleich der Emission, d. h. ein Dampf oder Gas absorbirt oder verschluckt genau die Strahlen, die es selbst aussendet, so daß an Stelle der vorher gefärbten oder hellen Linien genau dieselben, aber nun dunkeln oder lichtlosen Linien zu stehen kommen. Die vorher gelbe Natriumlinie z. B. hat sich in eine an derselben Stelle stehende schwarze Linie verwandelt. Grundbedingung ist dabei die Temperatur-Differenz der beiden Lichtquellen; und je größer das Mißverhältniß der Temperatur, um so stärker ist auch die Absorption.

Wendet man nun diese Erfahrung auf das Licht der Sonne an, wie es zuerst Kirchhoff im Jahre 1859 gethan hat, so beweist dieselbe unwiderleglich, daß das von dem Sonnenlicht gelieferte Absorptions-Spektrum nur dadurch entstehen kann, daß sich hinter der Sonnen-Atmosphäre, in welcher die durch die Fraunhofer'schen Linien angezeigten Stoffe verbrennen, eine andere stärkere und namentlich heißere Lichtquelle befinden muß, deren Strahlen durch die verbrennenden Stoffe theilweise absorbirt oder verschluckt werden, oder — mit andern Worten — deren an sich continuirliches Spektrum durch die vor ihr befindliche Lichthülle in ein discontinuirliches verwandelt wird. Könnten wir den Central-Körper auslöschen und das Spektrum der Photosphäre oder Atmosphäre allein darstellen, so würden wir statt des Absorptions-Spektrum's ein farbiges Linienspektrum erhalten, in welchem jeder einzelne glänzende Streifen mit einer Fraunhofer'schen Linie übereinstimmen würde — was in der That, wie im Texte erwähnt, bei spektroscopischer Betrachtung der Lichthülle der Sonne für sich allein auch der Fall ist. Das Eisen gibt z. B. nicht weniger als einige hundert helle Linien an den verschiedensten Stellen der Farben des Spektrum's. Läßt man nun durch eine Flamme, in welcher Eisen verbrennt, die Flamme eines starken Lichtes hindurchleuchten, so verwandeln sich sämmtliche helle Eisen-Linien in dunkle, und eine genaue Messung ergibt, daß alle

Linien ganz an derselben Stelle im Spektrum stehen, wo sich die Fraunhofer'schen Linien befinden. Ebenso fällt, wie schon erwähnt, die gelbe Natriumlinie genau mit der dunkeln Linie D des Sonnen-Spektrum's zusammen. Ein ernstlicher Zweifel darüber, daß diese Linien auf die beschriebene Weise entstehen, kann darnach wohl nicht bestehen; und Kirchhoff folgert nun weiter, daß die hinter der Sonnen-Atmosphäre befindliche Lichtquelle, welche Ursache des Absorptions-Spektrum's ist, nichts andres sein könne, als der glühende und leuchtende Sonnenkörper selbst — eine Folgerung, deren allgemeine Gültigkeit mit einigen Modifikationen, von denen noch die Rede sein wird, sich bis heute erhalten hat.

Was nun die in der Sonnen-Atmosphäre verbrennenden Substanzen selbst anlangt, so läßt sich durch eine genaue Vergleichung der irdischen oder künstlichen Spektra mit dem Sonnenspektrum bestimmen, welche von den irdischen Gasen oder Stoffen in der Atmosphäre der Sonne enthalten sind oder nicht, wenn auch die Methode selbst noch an mancherlei Unvollkommenheiten leidet und daher eine Anzahl von Stoffen, welche höchst wahrscheinlich in der Sonne vorkommen, noch nicht mit Bestimmtheit wahrgenommen worden sind. Wir können daher wohl sagen, daß diese oder jene Stoffe in der Sonne existiren, nicht aber, daß diese oder jene Stoffe in der Sonne nicht existiren. Wahrscheinlich gibt es in ihr, ähnlich wie die vorhin beschriebenen neuen Elemente, noch eine Menge unbekannter Stoffe, weil eine Menge von Spektrumlinien existiren, für die wir auf der Erde noch keine entsprechenden Substanzen aufgefunden haben — Substanzen, von denen wir allerdings nicht mit Bestimmtheit sagen können, ob sie alle der Sonnen-Atmosphäre selbst und nicht vielleicht dem Weltraum angehören, den die Sonne durcheilt. Immerhin muß ihre Menge eine sehr große sein; denn es gelang Kirchhoff, allein in dem vierten Theil des Sonnenspektrum's, den er genauer durchmusterte, nicht weniger, als zwölfhundert, nach Breite, Schwärze und Stellung verschiedene Linien aufzufinden — eine Anzahl, welche sich inzwischen für das ganze Spektrum auf mehrere tausend Linien erhöht hat. Allerdings hat jeder einzelne Stoff, wie dieses vom Eisen bereits erwähnt wurde, eine größere oder geringere Anzahl einzelner Linien — eine Anzahl, welche sich in

demselben Maaße erhöht, in welchem sich die spektroskopischen Instrumente verbessern. Bei schwächeren Instrumenten erscheinen viele Linien einfach, welche sich bei stärkerer Dispersionskraft in zwei oder mehrere auflösen. So erscheint die bereits öfter genannte Fraunhofer'sche Linie D schon in mäßig starken Instrumenten als eine Doppellinie — während es Gassiot gelang, dieselbe mittelst eines sehr starken Instrument's von acht Prismen sogar in neun einzelne Linien aufzulösen. Daher auch bei fortgesetzter Untersuchung stets neue dunkle Linien im Sonnenspektrum aufgefunden werden! Ein Stoff gibt stets dasselbe Spektrum oder dieselben Linien, so lange seine Temperatur dieselbe bleibt; dagegen ändern sich die Spektra sowohl der einfachen, wie der zusammengesetzten Körper mit der Temperatur. Mit Bestimmtheit sind auf diese Weise von auf der Erde bekannten Stoffen, nach Lockyer und Andern, bis vor Kurzem in der Sonne wiedergefunden worden: Natrium, Eisen, Calcium, Magnesium, Chrom, Nickel, Barium, Zink, Kobalt, Wasserstoff, Mangan, Titanium, Aluminium, Strontium, Bley, Kupfer, Cadmium, Cerium, Uranium, Kalium, Vanodium, Palladium, Molybdän, während wahrscheinlich vorhanden sind: Indium, Lithium, Rubidium, Cäsium, Wismuth, Zinn, Silber, Beryllium, Lanthanium, Yttrium oder Erbium. Die meisten oder viele der erstgenannten Stoffe hat man auch in den Meteorsteinen wiedergefunden. Prof. C. A. Young in Newyork hält auch die Anwesenheit von Schwefel für sicher, diejenige von Iridium,. Silicium, Kohlenstoff und Sauerstoff für wahrscheinlich. In der That ist das Vorhandensein von Sauerstoff, sowie von Stickstoff inzwischen durch Prof. Draper in Newyork mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Wahrscheinlich sind nach ihm auch alle übrigen Metalloïde vorhanden, wenn auch bis jetzt ihre Linien noch nicht aufgefunden wurden. Neuestens ist es Lockyer gelungen, in der s. g. Corona oder der äußersten und kältesten Schicht der Gashülle der Sonne auch die Anwesenheit von Kohlenstoff zu constatiren. Am stärksten scheinen unter den genannten Stoffen Eisen- und Calcium-Dämpfe, sowie Wasserstoff vertreten zu sein. Namentlich bildet der letztere als das leichteste Gas die äußerste Hülle der Sonnen-Atmosphäre, während die Dämpfe der schwereren Substanzen mehr in der Tiefe derselben zu liegen scheinen. Auch mögen noch andere schwere

Metalle, z. B. Gold, Silber, Quecksilber, in den tieferen, der Spektral-Analyse nicht zugänglichen Schichten der Sonne oder der Sonnen-Atmosphäre enthalten sein. Bemerkenswerth, namentlich mit Bezug auf die bekannte Theorie der Sonnen-Ernährung durch Meteoriten, muß der Umstand erscheinen, daß, wie schon erwähnt, die chemische Zusammensetzung der Sonnenhülle große Aehnlichkeit oder Analogie mit der chemischen Constitution der Meteorsteine darbietet.

11) Dieser Umstand hat einige Gelehrte veranlaßt, dieser ganzen Anschauungsweise entgegenzutreten und die Wärme der Sonne auf andere Weise zu erklären. So behauptet Radenhausen (Osiris, I, S. 751), daß zwischen dieser Theorie und der Theorie der sehr allmähligen Bildung der einzelnen Weltkörper ein unlösbarer Widerspruch liege, der nur gelöst werden könne durch die Annahme einer Weltkörper-Bildung aus angezogenen Weltkörperchen und Weltgasen. Dadurch werde die ganze Verdichtungswärme gewonnen. Dagegen ist Secchi (a. a. O., S. 598) der Meinung, daß „die Verdichtung des Sonnenballs sehr langsam erfolgen und doch eine ungeheure Menge Wärme erzeugen kann."

12) Selten gehen die Meinungen der Gelehrten über einen wissenschaftlichen Gegenstand so sehr auseinander, wie in der Schätzung der Temperatur der Sonne. Die Angaben von dreizehn verschiedenen Gelehrten schwanken zwischen 1—2000 und 1—10 Millionen Graden. Nach H. J. Klein (Kosmologische Briefe, 1877) ist die Secchi'sche Schätzung von 5—10 Millionen Grad viel zu hoch und den Resultaten Zöllner's gegenüber, der übrigens seine Zahlen selbst nur als rohe Näherungswerthe bezeichnet, werthlos. Auch sollen nach Forster (Der Welt Anfang und Ende, 1872) Vergleichungen, welche Secchi neuerdings bezüglich der Sonnenstrahlung und der Strahlung des elektrischen Lichts angestellt hat, diesen selbst auf eine Temperatur-Angabe von nur 170,000 Grad C. geführt haben.

13) Man nahm bisher an, daß der Mond ein vollkommen todter oder ausgebrannter Himmelskörper von unveränderlicher Starrheit ohne Atmosphäre sei, während neuerdings H. J. Klein in Köln Veränderungen an seiner Oberfläche wahrgenommen haben will, welche auf eine fortdauernde vulkanische Thätigkeit im Innern

desselben schließen lassen sollen. Doch lassen sich jene Veränderungen nach andern Astronomen theils durch die verschiedenartige Beleuchtung der Ringgebirge des Mondes durch die Sonne, theils durch Mängel der Beobachtung früherer Jahre erklären. Auch eine Atmosphäre wird jetzt dem Monde zugesprochen, welche allerdings 300 mal dünner sein würde, als diejenige unsrer Erde.

14) Ein solcher Kranz kleiner Himmelskörper befindet sich wahrscheinlich in der Nähe unsrer Erdbahn, ein andrer zwischen Mars und Jupiter. Auch das bekannte Zodiakallicht oder Thierkreislicht, welches bei heiterem Himmel vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang in der Tropengegend fast in jeder Nacht, in unsern Breiten aber in der Regel nur im September und Oktober in der Gegend des Thierkreises in Gestalt einer über den Horizont aufsteigenden Licht-Pyramide gesehen wird, wird von neueren Gelehrten als ein solcher, gegen die Ebene der Erdbahn nur wenig geneigter, zwischen Venus und Mars frei um die Sonne rotirender meteorischer, d. h. aus Myriaden kleiner Meteore bestehender Staubring und als ein regelmäßiges planetarisches Gebilde des Sonnensystems angesehen, wobei in ähnlicher Weise, wie der flimmernde Sonnenstaub im Zimmer, die im Sonnenlicht fliegenden Meteoriten-Körner dem Auge des Beschauers sichtbar werden. Für gewöhnlich aber sind diese pygmäenhaften Himmelskörper ihrer Kleinheit wegen für uns nicht sichtbar, außer wenn sie zufällig in die Atmosphäre unsrer Erde gerathen, wo sie dann durch Reibung an dieser Atmosphäre, selbst in den dünnsten Luftschichten, bei ihrer enormen Geschwindigkeit alsbald glühend werden, sich entzünden und für unser Auge als Sternschnuppen, Feuerkugeln oder Boliden, Leuchtkugeln u. s. w. so lange sichtbar werden, bis sie wieder aus unsrer Atmosphäre verschwunden sind und alsdann wieder erkalten, um ihren alten Umlauf weiter fortzusetzen — vorausgesetzt, daß die entstandene Gluth sie nicht, wie dieses wohl meistens geschehen mag, ganz in Dampf verwandelt und damit zum Verschwinden gebracht hat. Hieraus erklären sich auch jene leuchtenden Linien, welche die Meteore oder fallenden Sterne auf ihrem oft über die Breite ganzer Länder sich erstreckenden Wege zurücklassen, und die oft mehrere Minuten, ja in einzelnen Fällen sogar Stunden lang sichtbar bleiben. Es ist entweder glühende Luft, oder es sind glühende Partikel, welche die verbren-

nenden Kerne oder Körper abschleudern. Der durch die Reibung an der Atmosphäre entstehende Hitzegrad muß ein sehr bedeutender sein, da man berechnet hat, daß eine eiserne Kugel, welche 6000 Fuß in der Sekunde zurücklegen würde, schmelzen müßte. Aber das Meteor bewegt sich noch ungleich schneller in einer allerdings dünneren Luft. Man hat seine Geschwindigkeit auf 30—60000 Meter in der Sekunde, d. h. so schnell oder noch schneller wie die Bewegung der Erde, berechnet, während eine Schnellzugs-Lokomotive nur 30 Meter, eine Kanonenkugel nur 3—400 Meter in der Sekunde zurücklegt. Wegen der großen Schnelligkeit, mit der das Meteor die Atmosphäre durcheilt, schmilzt bei einigermaaßen größeren Kernen nur die Oberfläche und löst sich dabei vielleicht in Stücken los, woher die vielen kleinen geschmolzenen und verglasten Meteorsteine, welche wahrscheinlich solche abgesprungene Stücke sind, kommen mögen. Besonders große Sternschnuppen erscheinen als s. g. Feuerkugeln oder Boliden, welche oft in Folge ihrer plötzlichen Erhitzung mit donnerähnlichem Getöse zerplatzen und alsdann einen förmlichen Steinregen zur Erde niederfallen lassen, der Menschen und Wohnungen gefährlich werden kann und häufig genug geworden ist. Die Meteoriten oder Meteorsteine, deren Identität mit den Sternschnuppen und Feuerkugeln trotz mannichfachen Widerspruch's durch direkte Beobachtungen bewiesen ist, fallen, wie bereits im Text erwähnt, in großer Anzahl und bisweilen in Stücken von 1000 bis 2000 Pfund Gewicht nieder; sie sind beim Niederfallen sehr heiß oder glühend und schlagen in der Regel tief in die Erde ein. Sie können gleicherweise wie die Steinregen Menschen, Thieren und Wohnungen gefährlich oder verderblich werden. Die Zeitschrift „Natur“ (1878, S. 290 und 410) berichtet über mehrere Fälle von Menschentödtungen durch Meteorsteinfälle, welchen sich inzwischen ein ganz neuerdings beobachteter tragischer Fall beigesellt hat. (Ebenda, Jahrg. 1880, S. 64). Am 12. Dezember 1879 wurde der Viehzüchter David Meissenthaler in Kansas (Nemeha County, Amerika) von einem Aërolithen von der Größe eines Mannskopf's erschlagen. Derselbe traf erst einen Ahornbaum, schlug mehrere Aeste ab, durchbohrte dann den Körper des Menschen von der Schulter bis zur Hüfte und fuhr noch zwei Fuß tief in den gefrornen Boden. Ungefähr eine halbe Stunde darnach wurde die Sache entdeckt; der Stein war ganz abgekühlt.

— Die größte Sammlung von Meteorsteinen ist (a. a. O.) diejenige von Shepard in Newhaven (Connekticut); sie zählt 500 Stück von 436 Pfund bis zu einer halben Unze herab. Sie ist aus allen Theilen der Welt in den Jahren 1492—1875 zusammengebracht worden. — Das Vorkommen der Meteorsteine und namentlich ihr kosmischer Ursprung wurde, wie bereits im Text erwähnt, früher für unmöglich gehalten, obgleich schon die Alten in dieser Hinsicht viel bessere und der Wahrheit näherkommende Begriffe nährten, als ihre christliche, aller wahren Natur-Erkenntniß feindliche Nachwelt. Männer, wie Plutarch, Diogenes von Apollonia u. A., beschrieben Sternschnuppen und Meteorsteine bereits vollkommen richtig als Wurf und Fall himmlischer Körper und zogen daraus richtige Schlüsse bezüglich der Mechanik des Himmels. Unter den Neueren gelang es erst wieder Chladni (1819), ihre wahre Natur zu enthüllen und zur Anerkennung zu bringen. — Was die chemische Zusammensetzung dieser merkwürdigen, gradeso wie die Kometen aus den fernsten Regionen des Universums oder der Fixstern-Welt in unser Sonnensystem eindringenden und selbst wahrscheinlich mit diesen und in weiterer Linie mit den kosmischen Wolken oder unconcentrirter Weltenmasse identischen und den Weltraum in unsern Regionen wie Staub erfüllenden Weltkörper anbelangt, so sind dieselben von dreierlei Art, und zwar als s. g. Eisen-, Stein- und Kohlen-Meteore. Was aber als das Bemerkenswertheste dabei erscheint, das ist der Umstand, daß unter den zweiundzwanzig Elementen oder chemischen Verbindungen, welche man bis jetzt in ihnen aufgefunden hat, sich kein einziges oder keine einzige befindet, das oder die unserm Erdkreis fremd wäre, und daß die Stoffe, welche in ihnen vorherrschen, wie Eisen, Silicium, Sauerstoff, auch die vorherrschenden auf der Erdoberfläche sind. Die Eisenmeteore bestehen meist aus gediegenem Eisen mit einer Beimischung von zehn Procent Nickel, die Steinmeteore enthalten außerdem Silicium, Kobalt, Kupfer, Zinn, Chrom, Schwefel, Phosphor, Aluminium, Magnesium, Calcium, Natrium, Kalium, Mangan, Titan, Blei, Lithium, Strontium, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff. Die übrigens viel seltneren Kohlen-Meteore bestehen aus Kohlenoxydhydrat. Wahrscheinlich rührt das schwarze Pulver, welches man mitunter bei Gelegenheit platzender Meteore zur Erde niederfallen sieht, von solchen Kohlen-Meteoren

her. Auch fein zertheiltes Meteoreisen fällt in staubartiger Form auf unsre Erde nieder, wie Nordenskjöld dadurch nachgewiesen hat, daß er große Mengen von Schnee auf Spitzbergen mehr als hundert Meilen von jeder menschlichen Wohnung entfernt einschmolz, wobei ein sehr feines Eisenpulver zurückblieb. Himmel und Erde, in den religiösen Begriffen der Menschen so weit von einander getrennt, stehen also in **chemischer** oder naturwissenschaftlicher Beziehung auf gleicher Stufe, und der Himmel hat in dieser Hinsicht vor unsrer kleinen Erdscholle so wenig voraus, daß auch die Engel, wenn dort solche existiren sollten, den uns bekannten ewigen Gesetzen der Materie sich nicht würden entziehen können.

15) So sahen, wie Secchi mittheilt, Hodginson und Carrington auf zwei verschiedenen Sternwarten in einem und demselben Augenblicke auf der Sonnenscheibe an einer dem Flecke nahegelegenen Stelle plötzlich eine sehr lebhafte Lichtentwicklung, was sie dem Niederfallen eines größeren Meteors auf die Sonne und der dadurch erzeugten Wärme zuschrieben. Brodie sah, während er die Sonne beobachtete, wie plötzlich ein stark glänzendes Meteor das Gesichtsfeld durchschnitt; sein Licht war intensiver, als dasjenige der Photosphäre der Sonne, in welche dieser Körper zu fallen schien. Die Länge der Linie, die das Meteor in dem Gesichtsfeld des Fernrohr's beschrieb, betrug ungefähr eine Bogen-Minute. Die Breite des Meteors belief sich auf 4—5 Sekunden und die Dauer der Sichtbarkeit auf 0,3 Sekunden. Es erschien zuerst im unteren Theil des Gesichtsfeldes und verschwand in der Nähe der Mitte. Es war mit einem leicht gekrümmten Schweife versehen. Der Beobachter befürchtete zuerst, daß diese Erscheinung nur eine Täuschung sei, verursacht durch die Wärme der Sonne, welche eine Molekular-Veränderung in dem Objektiv bewirkt habe. Die Wirkung war aber nicht bleibend und lag außerhalb des Instruments. — Auch ist es zweifellos, daß der Komet von 1843 durch die Atmosphäre der Sonne ging, und daß seine Erhitzung den ungeheuren Schweif erzeugte, der volle 63 Grad am Himmelsgewölbe einnahm. Da aber diese Körper nach neueren Ansichten in der innigsten Beziehung zu den Meteoren stehen, so läßt sich wohl kaum bestreiten, daß wirklich eine gewiße Quantität meteorischer Materie auf die Sonne herabstürzt — eine Quantität, welche

übrigens je nach Umständen und namentlich je nach der Beschaffenheit des Himmelsraum's, welchen die Sonne durcheilt, sehr verschieden sein kann oder muß. Auf diese Betrachtungen gestützt, hat man auch versucht, die großen Wechsel der Temperatur, welche unsere Erdoberfläche nachgewiesenermaaßen im Laufe der hinter uns liegenden Jahrtausende von heiß zu kalt und umgekehrt durchgemacht hat, mit dieser Ernährung der Sonne und ihrer Wärme durch fremde Zufuhr in Zusammenhang zu bringen. Durcheilt die Sonne einen stark mit Stoffen erfüllten Raum, so muß und wird sie eine stärkere Wärme ausstrahlen, während in stoffleeren Gegenden des Weltraums das Gegentheil der Fall sein muß. Daher erklärt sich vielleicht der Umstand, daß Gegenden der Erde, welche jetzt im ewigen Eise erstarren, einst eine reiche und fast tropische Pflanzen- und Thierwelt ernährten, während wieder zu andrer Zeit die furchtbare Eiszeit das ganze organische Leben auf einen schmalen Strich zu beiden Seiten des Aequators zusammendrängte.

16) Höchst interessant sind die Beobachtungen, welche uns zeigen, wie schnell die Protuberanzen sich verändern. Am 22. Juli 1878 erschien um 5 Uhr 30 Minuten eine Protuberanz am Sonnenrande, welche sich zweigartig vom Sonnenkörper abhob und wie sanft vom Winde bewegt sich seitwärts bog. Zwei Minuten darauf schlug sie bogenartig um und nahm die Gestalt eines Fackellichtes an, welches vom Winde nahezu verlöscht werden könnte. Eine Viertelstunde darauf breitete sich die Flamme fächerartig aus und wurde nur im oberen Theile von dem Sturm gebogen. Acht Minuten danach veränderte sich wieder die Gestalt und sah aus wie eine gradauf aus dem Schornstein brennende breite aber ruhige Flamme. Nach einer Viertelstunde schien sie kleiner und schmäler geworden; aber ihr zur Seite schoß eine lange ganz schmale Flamme plötzlich auf, die viele hundert Meilen weit in den Weltenraum hinaufragte. Nach circa zwanzig Minuten nahm die Protuberanz eine kleinere Dimension an, mit welcher sie dann um 6 Uhr 50 Minuten wieder verschwand.

Am 9. August desselben Jahres bot die Sonne noch auffallendere Protuberanzen-Gebilde, von welchen einige blitzartig im schlanken Aufschuß nahe an tausend Meilen von der Sonnenoberfläche dahinfuhren. Während ihr unterer Theil eine breitere Basis bildete, die von dem Sturm von rechts nach links geweht

wurde, bog der obere Theil von links nach rechts. Die Protuberanz nahm so die Gestalt einer S-Linie an und gab sehr deutlich zu erkennen, daß in der der Sonne nahen Region der Sturm nach links, in der höheren Region aber nach rechts tobte. (Nach A. Bernstein.)

17) Die eigentlichen Entdecker der Sonnenflecken sind, wie schon im Texte erwähnt, der ostfriesische Pfarrer David Fabricius und dessen Sohn Johannes (1610). Schon zwei Jahre später beschrieb sie der Jesuit Scheiner in Ingolstadt ziemlich genau und theilte seine Beobachtungen dem Augsburgischen Patricier Welser mit, welcher sie weiter an den berühmten italienischen Astronomen Galilei vermittelte, der sich dann mit Unrecht die Priorität der Entdeckung beilegte. Doch durfte Scheiner seine Entdeckungen nur anonym veröffentlichen, da seine Oberen solche Dinge sehr ungern sahen. Sein unmittelbarer Vorgesetzter Pater Busäus, schrieb ihm einen sehr entrüsteten Brief, worin er die angeblichen Sonnenflecken für Fehler des Glases oder der Augen des Beobachters erklärte und ihn ermahnte, sich mit „besseren Dingen" zu beschäftigen!! Doch dürfen wir darüber nicht hochmüthig die Achseln zucken, da ähnliche oder gleiche Dinge — mutatis mutandis — auch in unsrer Zeit geschehen sind und jeden Augenblick wieder vorkommen können. — Die im Text geschilderte Verschiedenheit der Ansichten über die Natur der Sonnenflecken ist übrigens eine uralte. Schon Galilei verglich sie mit Wolken, während Scheiner sie für Höhlungen erklärte. — Was die angebliche Dunkelheit der Sonnenflecken angeht, so ist dieselbe, wie leicht zu denken, nur relativ. In Wirklichkeit ist ihre Licht-Intensität, wenn auch im Vergleich zu ihrer Umgebung schwach, doch immer noch sehr groß und nach darüber angestellten Berechnungen z. B. 4000 mal so groß, als diejenige einer gleichgroßen Fläche des Vollmondes.

18) Die im Text angegebene Darstellung der einzelnen Theile der Sonnen-Umhüllung ist dem bereits öfter angeführten, berühmten Werke Secchi's über die Sonne entnommen. Eine hiervon abweichende Darstellung gibt H. J. Klein in seinen „Kosmologischen Briefen" (Graz, 1877), indem er der Chromosphäre ihren Platz zwischen der eigentlichen Sonnen-Oberfläche, die ihr weißstrahlendes Licht aussendet, und der äußeren

Sonnen-Atmosphäre anweist, dagegen die Frage offen läßt, ob die Chromosphäre unmittelbar auf der Sonnenoberfläche aufruhe. Die Protuberanzen wurzeln nach ihm in der Chromosphäre, erheben sich aber über dieselbe bis zu erstaunlichen Höhen. „Wenn man unsern Weltkörper auf eine dieser glühenden Gassäulen schleudern könnte, so würde er darin verschwinden, wie ein kleines Stückchen Kohle, das man in ein Schmiedefeuer wirft.“

19) Secchi, welcher mehrere hundert Fixsterne spektroscopisch untersucht hat, unterscheidet vier Arten derselben. Der erste Typus umfaßt die weißen, ein wenig in das Bläuliche spielenden Sterne, zu denen z. B. von bekannteren Fixsternen Sirius und Wega gehören. Die Wasserstofflinien des Spektrums dieser Sterne sind sehr stark und zeigen, daß die Wasserstoffschicht derselben sehr dick ist, und daß auf ihnen Druck und Temperatur dieser Schicht bedeutend größer ist, als auf der Sonne. Außerdem constatirte S. die Anwesenheit von Eisen, Magnesium und wahrscheinlich auch Natrium. Ungefähr die Hälfte aller Sterne gehört diesem Typus an. — Der zweite Typus, welchem auch unsre Sonne angehört, umfaßt die gelblichen Sterne, wie Capella, Aldebaran u. s. w. Ihr Spektrum gleicht vollkommen demjenigen unsrer Sonne, woraus man auf ganz gleiche stoffliche Zusammensetzung und sonstige physische Beschaffenheit schließen darf. Huggins und Müller constatirten in dem Spektrum des Sternes Aldebaran, in welchem sie ungefähr 70 einzelne Linien maßen, die Anwesenheit von Natrium, Magnesium, Wasserstoff, Calcium, Eisen, Wismuth, Tellur, Antimon, Quecksilber, von denen allerdings die vier letzten Stoffe, wie im Text erwähnt, bis jetzt noch nicht in der Sonne nachgewiesen sind. Wären wir den Sternen dieses Typus, welche zwei Drittel der anderen Hälfte aller Fixsterne ausmachen, nahe genug, um sie genau beobachten zu können, so würden sie uns wohl dasselbe Schauspiel glühender und emporlodernder Wasserstoff-Garben darbieten, wie unsre Sonne. — Der dritte Typus enthält die orangefarbenen und röthlichen Sterne. Ihr Spektrum besteht aus einer Reihe von nebligen und verwaschenen Streifen, untermischt mit dunkeln Linien, welche denen des zweiten Typus entsprechen. Außerdem aber gewahrt man noch eine große Zahl verwaschener oder schattirter Bänder, welche wie eine Säulenreihe das ganze Spektrum durchziehen. S. schließt

daraus auf das Vorhandensein sehr mächtiger und dicker Atmosphären von Wasserdampf. In dem Spektrum des Sterns α Orionis, welcher hierher gehört, und in welchem circa 80 Linien gemessen wurden, erkannten Huggins und Miller die Anwesenheit von Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen und Wismuth. Nach Secchi ist auch Wasserstoff vorhanden, ohne jedoch, wie bei den beiden ersten Typen, vorherrschend zu sein. — Der vierte Typus umfaßt nur wenige kleine, fast blutrothe Sterne. Ihre sehr kleinen, noch wenig untersuchten Spektra gleichen mehr den Spektren gasförmiger Körper als einem Absorptionsspektrum, und haben eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Spektrum der Kohlenstoff-Verbindungen, z. B. demjenigen des Petroleum-Dampfes. Auch die Natriumlinie wurde durch Huggins nachgewiesen. Die Temperatur dieser Sterne scheint darnach eine bedeutend niedrigere zu sein, als diejenige der anderen Ordnungen, namentlich der ersten und zweiten. — Diese Beobachtungen Secchi's stimmen fast vollständig mit denjenigen überein, welche — Zeitungs-Nachrichten zufolge — ganz neuerdings der bekannte deutsche Astrophysiker, Prof. Vogel in Potsdam, mit Hülfe eines neu construirten Apparats gemacht haben soll. Daraus geht hervor, daß die meisten Fixsterne oder die Sterne vom ersten Typus Secchi's sich in einem bedeutend höheren Gluthzustand befinden müssen, als unsre Sonne, daß weiter die gelben Sterne vom zweiten Typus Secchi's mit nahezu gleichem Spektrum wie die Sonne sich auch in ganz ähnlichem Glühzustande befinden, und daß endlich die Temperatur der rothen Sterne weit unter der Temperatur unsrer Sonne gelegen ist. Die Beobachtungen geben ferner eine Bestätigung der Ansicht, daß sich in den Spektren das Entwicklungs- oder Abkühlungs-Stadium der Sterne abspiegelt, und daß demnach die heißesten Sterne die jüngsten, die rothen die ältesten sind. Ein Theil der dunkeln Streifen, welche man in den Spektren der rothen Sterne sieht, würde darnach der Bildung chemischer Verbindungen in ihren respektiven Atmosphären zuzuschreiben sein, während solche Verbindungen in den weißen oder heißesten Sternen der gewaltigen Dissociationskraft der Wärme wegen nicht möglich sind, und dort fast nur der Urstoff oder Wasserstoff als solcher zu existiren vermag.

20) Es war im August 1864, als Huggins den ersten Nebel-

fleck oder jenen im Drachen der prismatischen Licht-Analyse unterwarf. Mit Erstaunen sah er, daß sich das Spektrum dieses Nebels auf drei helle Linien reducirte, so daß kein Zweifel blieb, daß man es hier mit einer glühenden Gasmasse zu thun habe. Andererseits wurden in den mächtigsten Fernrohren einzelne Theile des merkwürdigen Orion-Nebels in sternartige Lichtpunkte aufgelöst. Diese Lichtpunkte sind keine wirklichen Fixsterne, sondern nur die ersten Anfänge entstehender Weltkörper in Gestalt ungeheurer Gasbälle. — Die Gesammtzahl der bis jetzt entdeckten Nebel und Sternhaufen, unter denen übrigens die ersten zehn- bis zwanzigmal zahlreicher sind, kann man auf mehr als fünftausend veranschlagen. Früher hielt man alle Nebel für Sternhaufen. Erst 1791 gab Herschel diese Ansicht auf und constatirte die Anwesenheit eines wirklichen „Weltdunstes" in den Tiefen des Weltraum's, um daraus die wichtigsten Schlüsse über die Entstehung der Weltkörper zu ziehen — Schlüsse, denen die Anwendung der Spektral-Analyse eine glänzende Bestätigung verliehen hat.

21) Die Geschichte der Kometenfurcht bildet ein recht interessantes Kapitel aus der Geschichte menschlichen Aberglaubens. Noch belehrender aber für die Geschichte menschlicher Thorheit ist der Umstand, daß, nachdem bereits der römische Weise Seneca aus überzeugenden Gründen die Kometen für kosmische Erscheinungen erklärt hatte, nichts destoweniger die Aristotelische Ansicht, daß sie aus der Erde entsteigenden ätherischen und entzündbaren Dünsten entstünden, viele Jahrhunderte hindurch und während der auf die Zeiten des Seneca gefolgten mehr als tausendjährigen geistigen Nacht die herrschende blieb. Noch am Ende des siebzehnten Jahrhunderts wurde, wie M. W. Meyer mittheilt, in vielen Ländern Europas kein Professor in sein Amt zugelassen, bis er öffentlich und feierlich ein Zeugniß abgelegt hatte, daß er, außer mit den übrigen Grundsätzen des Aristoteles, vorzüglich auch mit dessen Ideen über die Kometen gänzlich einverstanden sei. — In andrer Weise ist dieses heutzutage noch grade so; denn wo fände sich ein Beispiel, daß ein Professor angestellt oder in sein Amt zugelassen worden wäre, der sich, statt für die alten und verzopften Ansichten längst überlebter theologischer und metaphysischer Quacksalberei, öffentlich für die klaren und unwidersprechlichen Grundsätze mo-

derner, auf Erfahrung und Wissenschaft aufgebauter Naturphilosophie erklärt hätte!

22) Das Studium der merkwürdigen Doppelsterne, deren jetzt bereits 6000 Paare bekannt sind, obgleich man erst vor hundert Jahren auf dieselben aufmerksam wurde, und von denen fortwährend neue entdeckt werden, hat zur Evidenz gezeigt, daß die Gesetze der Gravitation oder Anziehungskraft in den entferntesten und durch einen Raum von vielen Billionen Meilen von uns getrennten Fixsternräumen grade so bestehen, wie in unserm Sonnensystem oder hier auf unsrer Erde. So hatte man das Vorhandensein eines Begleiters des nunmehr als Doppelstern erkannten prachtvollen Fixsterns Sirius (des Hundssterns der Alten) aus dessen eigenthümlichen Bewegungen unter Zugrundelegung der Gravitations-Gesetze bereits zwanzig Jahre früher erschlossen, ehe Clark in Boston am 31. Januar 1862 den Stern selbst entdeckte. Er hatte sich Kraft unsrer Überzeugung von der allwaltenden Kraft der Gravitation bereits verrathen, ehe ihn je ein menschliches Auge wahrnahm. „Wenn irgendwo", sagt M. W. Meyer, so haben wir in dieser Entdeckung das schwerstwiegende Argument für die Allgemeinheit der Massen-Anziehung im Weltall." Allerdings zeigt das Vorhandensein der merkwürdigen Doppelstern-Systeme, daß in den unergründlichen Tiefen der Welträume die Schöpfungskraft der Natur sich wahrscheinlich in eben solcher Mannichfaltigkeit zu offenbaren liebt, wie hier auf unsrer Erde, aber doch, ohne irgendwie oder irgendwo andern, uns unbekannten Gesetzen zu folgen, denen sie den Bau der Welten und ihre Verwaltung anvertraut hätte. Alle diese staunenswerthen Weltbauten sind vielmehr hervorgewachsen aus denselben einfachen Gesetzen, welche unsre kleine Erde aufbauten und beherrschen.

23) Dort wo die Sonne am gewaltigsten auf die Oberfläche der Meere niederbrennt oder zu beiden Seiten des Aequators muß und wird auch die Wasser-Verdampfung am stärksten sein und dadurch eine Abflachung der Meeres-Wasser-Kugel erzeugen, welche aber alsbald durch von den Seiten herbeiströmendes frisches Wasser wieder ausgeglichen wird, während gleichzeitig das abgedampfte Wasser selbst salziger und daher schwerer geworden ist. Dieses hat zur Folge, daß das schwerere Wasser in die Tiefe sinkt, während seine Stelle durch andres, ebenfalls von den Seiten her-

beiströmendes, süßeres Wasser eingenommen wird. Ein gleiches Resultat ergibt die ungleiche Erwärmung des Meereswassers an verschiedenen Stellen durch die darauf folgende Abkühlung während der Nacht, sowie das durch die Sonne und die Sonnenstrahlen bewirkte Abschmelzen des Eises an den beiden Polen der Erde, wo dann das abgeschmolzene, ungesalzene und leichtere Wasser Anfangs obenauf schwimmt, dann aber, wenn es Salz aufgenommen hat und wärmer als 4 Grad geworden ist, alsbald in die Tiefe sinkt, um daselbst andre Wassermassen zu verdrängen oder aber solchen an der Oberfläche herbeidrängenden Platz zu machen. Bei allen diesen Vorgängen aber und diesem steten Umrühren der Gewässer, für dessen Größe uns der Maaßstab fehlt, kommen dieselben in stete abwechselnde Berührung mit der Luft und saugen dieselbe zum großen Nutzen der in ihnen lebenden Pflanzen und Thiere ebenso ein, wie die Luft das in sie verdunstende Wasser einsaugt. Ohne diesen, durch die Wirkung der Sonne herbeigeführten Luftgehalt der Meere würde deren so überaus reiches organisches Leben unmöglich sein.

24) Die gesuchte Erfindung des Perpetuum mobile — ein einfacher wissenschaftlicher Irrthum — hat unzähligen Menschen ganz nutzlos Leben, Gut, Verstand oder Gesundheit gekostet und thut dieses unglaublicher Weise noch bis auf den heutigen Tag. Ganz vor Kurzem berichteten amerikanische Blätter von dem Selbstmord eines wohlhabenden deutschen Maschinisten, Namens Karl Fetts, aus Indianopolis, welcher sich bei Zionsville (Ind.) durch einen Revolverschuß in den Kopf entleibte, nachdem er viele Jahre und große Summen fruchtlos an die vermeintliche Herstellung eines Perpetuum mobile vergeudet und darüber seinen Verstand verloren hatte. Ein besserer Beweis für die unmittelbare, praktische Nützlichkeit der Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse oder Resultate in weitere Kreise kann nicht gefunden werden.

25) Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, daß nach einer andern Ansicht weniger die in den höheren Schichten unsrer Atmosphäre durch die Dünne der Luft sehr verminderte Reibung, als vielmehr die chemische Zusammensetzung der Meteore, vielleicht auch eine mehr oder minder starke Ansammlung von leicht entzündbaren Gasen in und um dieselben die Hauptrolle bei deren Aufleuchten spielt, welches letztere erfolgt, sobald eine Berührung

mit einer genügenden Menge von Sauerstoff unsrer Luft stattfindet.

26) „Die Entdeckung des Zusammenhangs der Lebenskräfte auf unsrer Erde mit der Sonne", sagt Prof. Ranke (a. a. O.) und den von ihr ausströmenden Kräften brachte eine entscheidende Revolution in unsern Anschauungen über das Wesen der vegetativen Lebenskraft hervor. Jetzt wissen wir, daß die Kraft, welche wir, in den Pflanzenorganismen aufgespeichert, in den thierischen Organismen zur Verwendung für mechanische Leistungen kommen sehen, von der Sonne stammt."

27) „Nur im Licht und in der Wärme sind die grünen, chlorophyllhaltigen Pflanzen im Stande, die Abtrennung des Sauerstoffs von den als Nährstoffen aufgenommenen Oxydations-Produkten auszuführen. Die Kräfte zur Trennung dieser festen Elementar-Verbindungen werden von der Sonne geliefert. Die Sonnenkräfte werden damit als Spannkraft in die in der Pflanze entstehenden organischen Produkte hineingearbeitet, aufgespeichert. Wenn wir also bei der Verbrennung der organisch-chemischen Pflanzenstoffe, des Holzes ebenso wie der vom Thiere als Nahrung benutzten Materien lebendige Kräfte entstehen sehen, so stammen diese direkt von der Sonne. Auch die mechanischen Leistungen der animalen Organismen, ihre Wärme, ihre Elektricität stammen aus derselben Quelle. Es sind aufgespeicherte, gleichsam condensirte Sonnenstrahlen, mit denen wir im Winter unsre Oefen heizen, mit denen wir durch Maschinen und Eisenbahnen unsre Lasten bewegen, mit denen der Organismus des Menschen und der Thiere die mechanischen Leistungen der belebten Organe hervorbringt."

Prof. Ranke (a. a. O.)

28) „Wir können leicht", sagte der ausgezeichnete amerikanische Sonnen-Forscher C. A. Young in einem in Newyork gehaltenen Vortrag über die Sonne, „die Wirkung der Sonne durch unsre Winde und Wasserfälle verfolgen. Die Kraft, welche das Wasser auf die Berge emporhebt, liegt in der Sonne, und Sonnenkraft ist es, welche wir aus niederfließendem Wasser gewinnen. In etwas weiter entfernter Beziehung können wir die Dampfkraft, welche wir aus beliebigem Brennmaterial gewinnen, aus der Sonne herleiten; und indem wir ein Holz verbrennen, verbrauchen wir aufgespeicherte Sonnenkraft aus zweiter Hand. Auch die

Kraft, welche organische Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff aufbaut, kommt aus der Sonne. Die Kraft, womit wir unsre Glieder bewegen, der Ton unsrer Stimme, ja die Gedankenbildende Kraft unsres Geistes entstammt in letzter Linie der Sonne. Zwar gibt es auch noch einige andre Wärme- oder Kraft-Quellen; aber sie sind verschwindend im Vergleich mit der Sonnenkraft."

Denselben Gedanken drückt P. Reis (Die Sonne, 1869) mit den Worten aus: „Die lebendige Kraft der Sonnenstrahlen ist als Arbeitsvorrath in der Form chemischer Verwandtschaft in Kohlenstoff und Sauerstoff vorhanden und entwickelt sich bei der Verbindung derselben als Wärme, welche Dampfschiffe und Lokomotiven treibt und Fabriken in Bewegung setzt. Auch die Arbeit der Menschen und Thiere besteht aus verwandelten Sonnenstrahlen; sie ist eine Arbeit der Sonne, denn sie beruht ebenfalls auf der Freiheit des Kohlenstoffs vom Sauerstoff."

29) Zerlegt man das Licht durch ein Prisma in seine Bestandtheile, so erkennt man, daß den Lichtstrahlen eine dreifache Wirkung innewohnt, eine wärmende, eine leuchtende und eine chemische. Das sichtbare Licht reicht von Roth bis zu Violett; aber außerdem sind auf der Seite von Roth wärmende, auf der Seite von Violett chemische Strahlen, welche auf beiden Seiten weit über das sichtbare Spektrum hinausreichen. Alle drei gehen übrigens allmählig in einander über, so daß im sichtbaren Spektrum die wärmenden und die chemischen Strahlen von beiden Seiten her sanft in einander verlaufen. Für die Assimilationsthätigkeit der Pflanze, d. h. für die Zerlegung der Kohlensäure und Abscheidung des Sauerstoffs, scheint sogar nach den Versuchen von Lommel und Müller das Centrum in den rothen, zwischen den dunklen Linien B und C befindlichen Strahlen zu liegen — welche rothen Strahlen man bisher für chemisch beinahe wirkungslos hielt. Vielleicht ist das in der Mitte zwischen wärmenden und chemischen Strahlen liegende Licht nur eine Combination oder Verbindung beider Arten von Strahlen und daher nichts für sich Existirendes.

Mag sich dieses indeß verhalten, wie es wolle, jedenfalls können wir soviel mit Bestimmtheit sagen, daß auch alle auf der Erde vorhandenen chemischen Kräfte in letzter Linie aus der großen Quelle chemischer Kraft stammen, welche in der Sonne

ihren Sitz hat. Man hat diese Kraft sogar der Messung zu unterwerfen verstanden und gefunden, daß die auf unsre Atmosphäre fallende chemische Strahlung hinreichend stark ist, um in einer Minute die Verbindung einer Mischung von Chlor und Wasserstoff in einer Schicht von 35 Meter Dicke zu bewirken. Die ganze, von der Sonne ausgehende chemische Energie würde hiernach hinreichend sein, um in einer Minute 25 Millionen Cubikmeilen einer Mischung von Chlor und Wasserstoff chemisch zu verbinden.

Ganz dasselbe, was von dem Chemismus, gilt auch von der Elektricität, da beide Kräfte so innig verwandt oder verschwistert sind, daß sie nicht zu trennen sind. Bei jedem elektrischen Strom finden chemische Zersetzungen, und bei jedem chemischen Vorgang finden elektrische Ströme statt. Daher entspringen Wärme, Licht, Elektricität und Chemismus gleichen Grundursachen und sind wohl nur verschiedene Modifikationen derselben Atom-Schwingungen, welche entstehen, indem die Sonne den Weltäther zu Schwingungen anregt, die sich von ihm weiter auf die von ihm umflossenen und durchdrungenen Körper fortpflanzen, und zwar mit einer unsrer Vorstellung unzugänglichen Schnelligkeit oder Geschwindigkeit. So müssen Lichtstrahlen, welche unserm Auge als solche wahrnehmbar werden sollen, durch mindestens 450 Billionen Schwingungen der kleinsten Aetherteilchen in der Sekunde veranlaßt sein! Die Zahl der Schwingungen in Roth rechnet man auf 480, die in Gelb auf 540 und die in Violett auf 700 Billionen per Sekunde!

30) „In geistiger, wie in körperlicher Beziehung", sagt Dr. Kleinpaul in einem vortrefflichen Vortrag über „Die Sonne und das Leben" (Rochlitz, 1880) „sind wir Kinder des Lichts, Theater, zu welchen das Licht die Bausteine sowohl als das Drama liefert; und die gesammte Beziehung des Mikrokosmos zum Makrokosmos ist (durch Vermittlung des Gesichtssinnes) Vergeistigung des Lichtes. Nicht allein rücksichtlich der Nahrung, welche die Sonne in den grünen Pflanzenzellen kocht, sondern auch in funktioneller Beziehung ist Alles, was da lebt, Produkt der Sonne; und das Athmen des Körpers, wie der Seele Wehen ist nichts Anderes als transformirte Aether-Vibration" ꝛc.

31) In wahrhaft ergreifender Weise ist das Unglück dieser in den engen und düstren Straßen der Armen-Quartiere London's

leider so häufigen Entbehrung ausgedrückt in der reizenden kleinen englischen Erzählung: „Wie fängt man einen Sonnenstrahl?“

32) Die trotz aller deßhalb gemachter Vermittelungs-Versuche ganz unversöhnlichen Widersprüche zwischen der biblischen Schöpfungsgeschichte und den Resultaten oder Anschauungen der Wissenschaft charakterisirt der englische Gelehrte Bence Jones kurz folgendermaaßen: 1) Tag, Nacht und Licht werden früher, als die Sonne erschaffen; 2) die Dunkelheit wird als eine dem Licht vergleichbare Substanz dargestellt; 3) der Mond hat gleich der Sonne sein eignes Licht; 4) das Firmament trennt Wasser von Wasser, was besagen will, daß oberhalb des Himmels dem Meere ähnliche Gewässer existiren. Ein fünfter Widerspruch findet sich in den Einzelheiten über die Reihenfolge und Zeit der Erschaffung der organisirten, wie der unorganisirten Wesen. Man findet übrigens ähnliche oder dieselben Ideen über die Erschaffung der Welt auch bei andern Stämmen oder Völkern, und zwar lange vor der Entstehung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Es ist absolut unmöglich, anzunehmen, daß Derjenige, welcher Alles weiß, absichtlich eine unrichtige Offenbarung gemacht habe, um sich der hebräischen Unwissenheit anzubequemen!!

33) Friedrich Mohr wurde geboren am 4. Nov. 1806 in Coblenz, wo sein Vater Apotheker und Essayeur de la Monnaie unter Napoleon I. war. Nachdem er mit dem 17. Lebensjahre unter häufigen, durch schwächliche Gesundheit veranlaßten Unterbrechungen seine Gymnasialstudien beendet hatte, trat er als Lehrling in seines Vaters Apotheke ein und blieb daselbst drei Jahre. Doch hat er die aus der Gymnasiums-Zeit gewonnene Liebe zu den alten Klassikern bis an sein Ende beibehalten; namentlich las er mit Vorliebe Homer, Virgil, Horaz u. s. w. in der Ursprache. Unter den Neueren war Schiller sein Lieblingsdichter. Sein reger, strebsamer Geist, dem die rein praktische Seite der Apotheker-Kunst wenig zusagte, trieb ihn 1828 an die Heidelberger Hochschule, wo er sich dem Studium der Chemie, Physik und Mechanik widmete und von dem berühmten Gmelin, der ihn mit besonderer Liebe aufnahm, in die Wissenschaft eingeführt wurde. Nachdem er den Dr. philos. erworben hatte, bezog er noch die Hochschulen von Berlin und Bonn (1832 und 1833). 1833 heirathete er Josephine Derichs, deren Vater in Coblenz

Steuerempfänger war, aus welcher höchst glücklichen Ehe sechs Kinder hervorgingen, von denen fünf noch am Leben sind. Die gründlichen Kenntnisse, die er sich erworben hatte, gaben ihm in seiner Vaterstadt einen so günstigen Namen, daß er bei der dortigen Artillerie-Schule mit dem Abhalten der Vorträge über Physik und Mechanik betraut wurde. Im Jahre 1837 erschien in Baumgärtner's Zeitschrift in Wien seine erste, im Text erwähnte schriftstellerische Arbeit über die Natur der Wärme, welche ihm für alle Zeiten die Priorität des ersten deutlichen Aussprechens des großen Gedankens von der Erhaltung und Umwandlung der Kräfte sichert.

Als im Jahre 1840 sein Vater starb, übernahm er das väterliche Erbe und trat in den Besitz der Mohren-Apotheke in Coblenz, was ihn naturgemäß veranlaßte, seine nächste Thätigkeit mehr der Pharmacie, als rein wissenschaftlichen Fragen, zuzuwenden. In seiner großen Pharmacopaea universalis sammelte er mit ausdauerndem Fleiß und reichstem Quellenstudium einen reichen Schatz für die Apotheker, welcher noch heute mit Vortheil zu Rathe gezogen werden kann. In praktischer Richtung erfand er eine verbesserte Pillen-Maschine und einen Dampf-Infundirungs-Apparat, der in verbesserter Form heute noch gebraucht wird, sowie einen selbständigen, von einem Uhrwerk getriebenen Rühr-Apparat für die Abdampfung der Extrakte, verbesserte auch in mehrfacher Beziehung die physikalischen Instrumente, welche in der Apotheker-Wissenschaft Anwendung finden.

1846 veröffentlichte er sein Lehrbuch der pharmaceutischen Technik, worin er zum Erstenmal die in den technischen Theil der Pharmacie einschlagenden Operationen und Geräthschaften im Zusammenhang darstellte. Das Buch erlebte vier Auflagen in verhältnißmäßig kurzem Zeitraum.

Noch mehr Glück machte sein Commentar zur preußischen Pharmacopöe, worin er deren zahlreiche Mängel und Fehler nachwies und Vorschläge zur Verbesserung machte. Das bei Vieweg in Braunschweig erschienene Werk erlebte innerhalb zwanzig Jahren fünf Auflagen und befindet sich heute in den Händen aller Apotheker.

Aber das Bedeutendste in dieser Richtung leistete Mohr durch sein 1855 (in gleichem Verlag) in erster Auflage erschienenes

Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode, welches bis zum Jahre 1878 fünf Auflagen erlebte und durch die vielen Zusätze und neuen Methoden nach und nach auf einen Umfang von 48 Druckbogen anschwoll. Es ist in seiner Art klassisch, findet sich heutzutage in allen Laboratorien und Schulen und wurde zweimal in das Französische übersetzt.

Im Anfang der fünfziger Jahre wurde Mohr zum Medizinalrath ernannt, nachdem er längere Jahre Medizinal-Assessor gewesen war; der jetzige Kronprinz überreichte ihm im Schloß zu Coblenz selbst die Ernennung dazu. Im Winter 1852 hielt er in seinem Hause zu Coblenz der damaligen Kronprinzessin (jetzige Kaiserin) Auguste, welche in Coblenz residirte, sowie der jetzigen Großherzogin Luise von Baden jede Woche einen Vortrag über Experimental-Chemie und im Winter 1853 über Dampfmaschinen. Zu letzterem Zweck hatte er selbst in seinem Vorlesungs-Zimmer eine kleine Dampfmaschine aufgestellt und in Betrieb gesetzt. Wenn der damalige Kaiser und Kronprinz zufällig in Coblenz waren, nahmen sie jedesmal nebst ihrem Gefolge Theil an den Vorlesungen, so daß sich meist 20—26 Personen zusammenfanden. Auf dem silbernen Pokal, den die Herrschaften dem Vorleser zur Erinnerung verehrten, finden sich außer den Namen der fürstlichen Hauptpersonen manche andere inzwischen berühmt gewordene, wie die Gebr. Bunsen, General von Goeben, G. von Alvensleben, General von Bardeleben, General von Griesheim, Gräfin Hacke und Oriolla u. s. w. Auch im Schloß zu Coblenz selbst hielt Mohr öfters Vorlesungen.

Vom Jahre 1857 ab, in welchem er auf der Naturforscher-Versammlung in Bonn in persönliche Berührung mit dem bekannten neptunistischen Geologen Otto Volger trat, wandte sich seine Aufmerksamkeit mehr allgemeinen naturwissenschaftlichen Studien, insbesondere der Wissenschaft der Erdkunde zu. Nachdem er 1858 seine Apotheke verkauft und sich auf sein Landgut bei Metternich an der Mosel zurückgezogen hatte, widmete er sich theils oenologischen Studien, als deren Frucht 1864 seine Schrift „Der Weinstock und der Wein" erschien, theils und hauptsächlich geologischen Studien, welche im Jahre 1866 zu seinem, großes Aufsehen erregenden Werk „Geschichte der Erde. Ein Lehrbuch der Geologie auf neuer Grundlage" (Bonn, Cohen) heranreiften.

Er tritt in diesem geistvoll geschriebenen Buche, hauptsächlich auf chemische Gründe und Untersuchungen gestützt, als einer der entschiedensten Gegner des Plutonismus auf, entwickelt eine ganz neue Ansicht über die Ursache der Steinkohlenbildung, sowie über die Kalkbildung im Meere durch Vermittlung der Pflanzen, bekämpft die Theorie des glühenden Erdkerns, sowie der geologischen Katastrophen, und erklärt die Bildung aller Mineralien mit Einschluß der Meteoriten auf nassem Wege. Er erkennt in der Geschichte der Erde in Ueberstimmung mit Volger nur ein ewiges Einerlei der Umwandlung ohne Fortschritt oder Entwicklung; die Ansicht von einem ewigen Fortschritt ist nach ihm nichts als ein „wohlwollender Traum." Das Buch erlebte im Jahre 1875 eine zweite Auflage und hat ebensoviel begeisterte Zustimmung wie Widerspruch von gelehrter Seite erfahren.

Um diese Zeit verlegte sich Mohr auch, dem Zuge der Zeit folgend, auf das, wie bereits erzählt, schon früher von ihm gepflegte Vorlesungs-Wesen. Seine vor einem größeren Publikum in Köln, Crefeld, Coblenz u. s. w. gehaltenen populären Vorträge verschafften ihm stets ein großes und aufmerksames Auditorium und gaben ihm Anlaß zur Abfassung einer ganzen Reihe populär-wissenschaftlicher Arbeiten oder Aufsätze, welche er in der Gaea, in der Kölnischen Zeitung u. s. w., hauptsächlich aber in den Westermann'schen Monatsheften veröffentlichte.

Zwei Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage der Geschichte der Erde veröffentlichte Mohr seine Schrift „Mechanische Theorie der chemischen Affinität und die neuere Chemie" (Braunschweig, Vieweg 1868), mit welcher Schrift er wieder mehr in sein eigentliches Fach überging, und aus deren Inhalt die geniale Begabung des Verfassers bezüglich des Erfassens und Verarbeitens tiefer, naturwissenschaftlicher Probleme recht deutlich hervorleuchtet. Der große Liebig, mit welchem Mohr zeit seines Lebens in engen Beziehungen der Freundschaft stand, spricht sich über das Buch noch vor seinem Erscheinen in einem an den Verfasser gerichteten Briefe vom Jahre 1868 sehr anerkennend aus und erwartet von demselben Alles, „was uns fehlt, um die Chemie zu einer wahren Wissenschaft zu machen." Nach dem Tode Liebig's hat Mohr dem Freunde durch eine ausgezeichnet geschriebene Skizze über Liebig's Leben und Wirken ein ehrendes Denkmal gesetzt.

Jene Rückkehr Mohr's auf das chemische Feld mochte theilweise mit dadurch veranlaßt worden sein, daß sich im Jahre 1865 eine bedeutende Umwandlung in seinem Privatleben vollzogen hatte. In diesem Jahre verkaufte er nämlich, durch Familien-Verhältnisse dazu veranlaßt, sein obengenanntes Landgut und siedelte als Privat-Docent der Pharmacie in einem Alter von 57 Jahren nach der Universität Bonn über. Hier wurde er bald zum a. o. Professor seines Fachs ernannt und blieb in dieser Stellung bis zu seinem Tode. Doch kehrte er noch einmal auf das theoretische Feld zurück mit seiner 1869 bei Vieweg in Braunschweig erschienenen Schrift: „Allgemeine Theorie der Bewegung und Kraft als Grundlage der Physik und Chemie", in welcher höchst interessanten Schrift er seinen alten Aufsatz über die Natur der Wärme vom Jahre 1837 unter Begleitung entsprechender Bemerkungen nochmals reproducirte und seine Prioritäts-Ansprüche bezüglich der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft wahrte.

1874 hatte er das große Unglück, ein Auge durch Krankheit zu verlieren, was ihm von da an die Fortsetzung seiner experimentellen Studien fast unmöglich machte und ihn mehr auf das theoretische Feld beschränkte. Dagegen wirkte er um so mehr als Lehrer, in welcher Eigenschaft er durch sein leutseliges und anregendes Wesen zahlreiche und dankbare Schüler an sich fesselte. Noch ein Jahr vor seinem Hinscheiden hielt er am 11. Sept. 1878 bei Gelegenheit der General-Versammlung des deutschen Apotheker-Vereins in Coblenz die Antrittsrede, wobei die Ausführlichkeit und Sicherheit, mit der er die schwierigsten Probleme der Chemie behandelte, die Bewunderung seiner Collegen erweckte. Aber nicht bloß die Bewunderung, sondern auch die Liebe und Verehrung derselben gewann er durch sein leutseliges, humanes und liebenswürdiges Wesen, und die älteren wie jüngeren Generationen der promovirten Apotheker bezeugen, wie sehr er beflissen war, durch klare und einfach gehaltene Fragestellung den Candidaten die schweren Stunden des Examens zu erleichtern.

Für alles dieses ist ihm auch der Dank, die Anerkennung und die Liebe seiner zahlreichen Schüler in das Grab nachgefolgt, wie sich nach seinem in Bonn am 28. September 1879 in Folge einer Lungen-Entzündung erfolgten Tode bei Gelegenheit seiner

Beerdigung am 30. September deutlich offenbarte. Die Familie beabsichtigt, dem Verstorbenen auf dem Bonner Friedhof ein Denkmal mit Brustbild in Hautrelief und Inschrift errichten zu lassen.

Gleich liebenswürdig wie gegen Schüler und Collegen war Mohr im Umgang mit Freunden und mit seiner Familie, von der er auf das Höchste verehrt und geliebt wurde. An äußerer Anerkennung hat es ihm weniger gefehlt, wie seinem Rivalen Mayer, obgleich die von der allgemeinen Heerstraße mehr oder weniger sich entfernenden Ideen des genialen und selbständigen Denkers unter den eigentlichen Fachgelehrten nicht selten großen Anstoß erregten und ihm mancherlei offne, wie heimliche, gerechte oder ungerechte Angriffe zu Wege brachten — Angriffe, welche übrigens seinen gesunden Humor und seine ewige, aus dem Bewußtsein des eignen Werthes entspringende Ruhe und Heiterkeit nur zeitweise zu trüben vermochten. Auch brachte dieses seiner Anerkennung nach Außen keinen Schaden, und eine große Anzahl gelehrter Gesellschaften im In- und Ausland ernannten ihn theils zum correspondirenden, theils zum Ehren-Mitglied. Seine allgemeinen philosophischen Ansichten stimmten ganz mit denen des Verfassers dieser Schrift überein und hatten eine langjährige persönliche und Gesinnungs-Freundschaft zur Folge. Mohr hatte die feste Ueberzeugung, daß die Naturwissenschaften die geistigen Befreier der Menschheit seien oder werden würden, und schrieb einmal in diesem Sinne an den Verfasser: „Ich glaube, daß die Entdeckung des Sauerstoff's der Anfang vom Ende der Dummheit ist." Doch war Mohr, wie schon mehrfach angedeutet, nicht bloß Gelehrter, sondern auch Mensch in der vollsten Bedeutung des Wortes, welcher dem berühmten Terenz'schen „Nil humani a me alienum puto" huldigte. Musik und Poesie interessirten ihn kaum weniger, als seine Wissenschaft, und Beethoven, Haydn, Mozart und Weber wurden von ihm ebenso verehrt, wie Homer, Sheakspeare, Goethe, Schiller u. s. w., aus deren Werken er den Seinigen häufige Vorlesungen oder Recitationen, zu denen ihn sein wunderbares Gedächtniß befähigte, hielt. Mohr war eben einer jener universalen Geister, welche mit ihrem Denken und Fühlen die Welt umfassen, und denen es geistiges Bedürfniß ist, über den begrenzten Rayon ihres speziellen Wissens oder Studiums hinaus den Blick auf das Ganze zu richten. Daher

auch die einzelnen Thatsachen oder Detail-Studien, auf welche die auf ihr Wissen in der Regel so stolzen Fachgelehrten so großen Werth legen, weil sie im Kleinen groß, dafür aber im Großen um so kleiner zu sein pflegen, für ihn nur insofern Werth hatten, als sie dazu dienten oder dienen konnten, allgemeine und umfassende Gesichtspunkte im Interesse der Wissenschaft und der Menschheit als solcher zu entwickeln. Sehr gut sagt er einmal in dieser Beziehung an einer Stelle seiner Schriften: „Die Entdeckung einer Thatsache ist Sache des Glücks, des Zufalls; aber die geistige Benutzung ist Sache des Genies."

Der litterarische Nachlaß Mohr's besteht aus einer Reihe theils gedruckter, theils ungedruckter, theils wissenschaftlicher, theils populärer Aufsätze und Arbeiten, für deren Herausgabe trotz ihres nicht geringen wissenschaftlichen Werthes ein Verleger bis jetzt nicht gefunden werden konnte. Der hervorragendste unter den ungedruckten Aufsätzen ist wohl die ausführliche Beantwortung einer Preis-Aufgabe über die Frage: „Sind die Thatsachen der Astronomie, Geologie und Biologie von der Art, daß sie zur Annahme eines zeitlichen Anfangs unsres Sonnensystem's und insbesondere der Erde und ihrer Bewohner unbedingt nöthigen, oder lassen sie sich möglicherweise auch mit der Annahme ihres ewigen Bestehens vereinigen?", in welchem Aufsatz die dem Verfasser eigne Stabilitätstheorie vertheidigt wird. Weiter zwei ebenfalls ungedruckte Aufsätze, von denen der eine über „Kritik und Ausgang der Atom-Theorie" (welcher Theorie Mohr abgeneigt war) handelt, während der andere „Beiträge zur mechanischen Wärmetheorie" liefert. Weitere Aufsätze handeln über Erdbeben, Meteoriten, über die Lichtmühle, über Entstehung des Steinsalzes und der Steinkohle, über Geyser-Phänomene, über den Weinstock u. s. w., u. s. w.

Was zuletzt die Prioritäts-Ansprüche Mohr's gegenüber Mayer bezüglich der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft anlangt, so dürfte diese Priorität, was den allgemeinen Gedanken von der Einheit und Umwandlung der Kräfte angeht, um so weniger bestritten werden können, als Mayer selbst in einem an Mohr gerichteten Briefe dieselbe unumwunden anerkannt hat. Derselbe schrieb unter dem 3. August 1869 unter Anderem an Mohr Folgendes: „Es ist klar, daß Sie fünf Jahre vor dem Erscheinen meines kleinen Aufsatzes im Jahre 1842 auf die

Wichtigkeit des Princips der Erhaltung der Kraft hingewiesen haben", u. s. w. In einem andern Briefe vom 28. April des vorhergehenden Jahres heißt es: „In dem wichtigen und sehr geistvollen Aufsatze, welchen Sie in Ihrem neuesten Werke ‚Die mechanische Theorie der chemischen Affinität' citiren, haben Sie unstreitig die mechanische Wärmelehre ausgesprochen und haben dort sogar auch das Wärme-Aequivalent nummerisch zu bestimmen gesucht." Jedenfalls hat Mohr den Gedanken mehr in seiner Ganzheit erfaßt und auf alle Naturkräfte angewendet, während Mayer nur das Verhältniß von Wärme und Massen-Bewegung in das Auge faßte und zuerst, worin eben sein großes und unbestreitbares Verdienst liegt, das Aequivalent dafür berechnete. Der englische Gelehrte Prof. Tait hält sich sogar für berechtigt zu sagen, daß das Verfahren, das mechanische Aequivalent der Wärme aus der spezifischen Wärme der Luft bei constantem Druck einerseits und bei constantem Volumen andrerseits zu berechnen, bei Mohr weit klarer dargelegt sei, als es fünf Jahre darauf von Mayer geschah! Noch entschiedener, als Tait, vertritt H. J. Klein in seiner „Gaea" (VII, S. 209) die Prioritäts-Rechte Mohr's mit den Worten: „In diesen Ausführungen von Mohr ist so ziemlich Alles enthalten, was wir heute von der Natur der Wärme, der Einheit der Naturkräfte und der Erhaltung der Kraft wissen. Daß Mohr keinen bestimmten Zahlenwerth für das mechanische Aequivalent der Wärme gegeben hat, benimmt seinem Verdienste ebensowenig, als Paskal's Verdienst geringer ist, weil er die Schwere der Luft behauptete und seinem Schwager Perrier die Mühe überließ, auf den Puy de Dome zu steigen und die Abnahme des Luftdruck's mit zunehmender Höhe experimentell nachzuweisen. Mit welcher Sicherheit Mohr aus den damals bekannten Thatsachen alle Consequenzen zog, welche der größte Scharfsinn überhaupt daraus abzuleiten vermochte, beweisen seine Definitionen der molekulären Constitution der Gase. Aehnlich verhält es sich mit den Ausführungen Mohr's über das Princip der Erhaltung und Umwandlung der Kraft. „„Dieselbe Kraft, welche den Hammer hebt, kann, wenn sie anders angewendet wird, jede der übrigen Erscheinungen hervorbringen."" Diese wichtige Schlußfolgerung lag schon seit den dreißiger Jahren in einer Menge von Experimental-Untersuchungen vergraben da, es fehlte nur Jemand, der den

Schatz hob und den Satz aussprach — — — Es ist wirklich merkwürdig, daß der Ansprüche von Mohr bezüglich der Entdeckung der Natur der Wärme, der Umwandlung und Erhaltung der Kraft in den neuerscheinenden bezüglichen Werken wenig oder gar nicht gedacht wird, während man sich eifrig bemüht, Staub aufzuwirbeln und bei alten Autoren Aussprüche zu finden, die mit den heutigen einige Aehnlichkeit haben."

34) „Ein Führer", sagt vortrefflich G. Brandes, „welcher zwanzig Schritte vorangeht, zieht den Schwarm nach sich; ist er den Andern aber um tausend Schritte voraus, so sehen sie ihn nicht und folgen ihm nicht mehr, und der erste beste litterarische Strauchschütz kann ihn ungestraft aus dem Hinterhalte durchbohren." Daher kommt es, daß, wie Joh. Scherr sagt, „Aschenbrödel Wahrheit, schlechtgenährt und schlechtgekleidet, im Hause der Menschheit schwere Arbeit verrichten muß, während Lüge und Täuschung, in Sammt und Seide gehüllt, mit Schminke und Juwelen bedeckt, in der Welt die großen Damen spielen, beschmeichelt, umworben und geliebkost."

35) Robert Mayer wurde am 25. Nov. 1814 in Heilbronn geboren als Sohn eines kenntnißreichen Apothekers. Seine Neigung zu Mathematik und Naturwissenschaft machte sich schon frühzeitig geltend, während seine Leistungen in den alten Sprachen hinter denen seiner Kameraden zurückblieben. Schon als Knabe von zehn Jahren beschäftigte er sich lange und eifrig mit der Erfindung eines Perpetuum mobile, überzeugte sich aber schließlich von dessen Unausführbarkeit. Auch machte er allerhand Experimente mit Luftpumpen, Elektrisir-Maschinen u. s. w. Im Frühjahr 1829 kam er in die Klosterschule zu Schönthal, eine Art Ober-Gymnasium, wo er übrigens in den philologischen Dingen ebensowenig Lorbeeren erntete, wie in Heilbronn. Dafür vergnügte er sich damit, seine Kameraden in den Kreuzgängen des Klosters mit Geister-Erscheinungen zu ergötzen, was ihm den Spitznamen „der Geist" eintrug. Auch war er sehr beliebt bei Lehrern, wie Schülern. Im Sommer 1832 bezog er im 18. Lebensjahre die Universität Tübingen, um Medicin zu studiren. Neben seinem Studium bildeten Karten- und Schach-Spiel seine Lieblingsbeschäftigung. Bei seinen Freunden galt er als lebhafter, sprudelnder, origineller und selbst exaltirter Kopf, der durch kühne Hypothesen

oder Gedankensprünge überraschte und allerhand sonderbare Experimente machte. Seine Aufregung war mitunter der Art, daß der Arzt, welcher ihn während der Dauer einer Carcerstrafe behandelte, in einem Bericht an das Universitäts-Amt die Befürchtung aussprach, daß sein Zustand leicht in Geisteskrankheit übergehen könne.

1837 wurde er wegen Theilnahme an einer verbotenen Verbindung, und weil er auf einem Museums-Ball ohne Frack erschienen war, auf die Dauer eines Jahres relegirt, was ihn veranlaßte, während dieser Zeit die Kliniken in München und Wien kennen zu lernen.

Nach Ablegung seiner Examina und nach einem vergeblichen Versuch, in Heilbronn rasch Praxis zu erwerben, trieb ihn die Sehnsucht, fremde Länder kennen zu lernen, in den holländischen Gesundheits-Dienst. Nach viermonatlichem Aufenthalt auf Java landete er, die Seele mit neuen Eindrücken und Ideen erfüllt, 1841 wieder in Holland und eilte in seine Heimath, um seinen Beruf wieder aufzunehmen. Hier arbeitete er denn in Gemeinschaft mit seinem älteren Bruder Fritz, der Chemie studirt hatte, an der Feststellung seiner großen Entdeckung, konnte aber nirgendwo bei Aerzten, Physikern, Naturforschern, an die er sich wandte, Anerkennung oder Ermuthigung finden. Man zuckte die Achseln, hielt ihn für einen überspannten Kopf und erklärte seine Behauptungen für geistreiche Paradoxien. Da griff er endlich, voll von seinem großen Gedanken, zur Feder und schrieb noch im Jahre 1841 jenen berühmten kleinen Aufsatz über die Kräfte der unbelebten Natur, welcher so Epoche-machend in der Naturwissenschaft wirken sollte. Wie bereits im Texte erwähnt, wies Poggendorf den Aufsatz als „ungeeignet“ zurück, während ihn Liebig in seine Annalen aufnahm. Dieses machte den Verfasser glücklich. Er heirathete 1842, und seine zunehmende Praxis, wie amtliche Thätigkeit (er wurde Oberamts-Wundarzt, später Stadt- und Armen-Arzt) hielt ihn nicht ab, seine wissenschaftlichen Untersuchungen weiter fortzusetzen. 1845 schrieb er die schöne Arbeit über „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel“, wofür er mit Mühe einen Verleger fand und die Druckkosten selbst bezahlen mußte, während jetzt diese und seine anderen Arbeiten in fast alle Sprachen übersetzt sind. Bekannter

wurde seine 1848 erschienene Schrift: „Beiträge zur Dynamik des Himmels in populärer Darstellung", in welcher die Sonne selbst als das grandioseste Beispiel der Umsetzung von Bewegung in Wärme und von Wärme in Bewegung vorgeführt wird. Aber die innere Befriedigung für den genialen Denker blieb aus. Nichtanerkennung seiner Lehre, die politischen Aufregungen des Jahres 1848 (er gehörte der Partei der „Ordnung" an) und häusliches Unglück verdüsterten seine Stimmung immer mehr. Die Beilage der A. Allgemeinen Zeitung vom 21. Mai 1849 brachte einen „Dr. Otto Seyfer" unterzeichneten Artikel, worin Mayer's Auslassungen als „tolles, hirnverbranntes Zeug, welches einer Erwähnung vor wissenschaftlich gebildeten Männern überhaupt nicht werth sei", bezeichnet wurden. Sein Apparat, wurde weiter gesagt, sei nicht neu, beweise auch nicht, was er beweisen solle. Seine Begriffe von Kraft, Ursache, Wirkung seien ganz verwirrt, und die daraus gezogenen Deduktionen seien schon hinlänglich in ihrer Unhaltbarkeit in wissenschaftlichen Organen nachgewiesen worden. Dieser ungerechte Angriff verwundete Mayer um so tiefer, als die Redaktion der Allgem. Zeitung die Aufnahme einer Entgegnung verweigerte. Er fing an, an sich selbst irre zu werden, und kam zuletzt so außer sich, daß ihn eine schwere Gehirn-Entzündung befiel, wobei er zwei Stockwerke hoch aus dem Fenster seiner Wohnung sprang, ohne sich jedoch lebensgefährliche Verletzungen zuzuziehen. Dagegen schleifte er in Folge des Sturzes lebenslang das rechte Bein. Nach seiner Genesung nahm er zwar seine Studien wieder auf und schrieb seine „Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme"; aber seine eigentliche Kraft war von dieser Zeit an gebrochen, und der Höhepunkt seines Wirkens war erreicht. Eine maaßlose Aufregung ward bei ihm zur chronischen Krankheit und steigerte sich einigemal derart, daß er in den Jahren 1852 und 53 über dreizehn Monate in den Irren-Anstalten Winnenden und Göppingen zubringen mußte, und daß seine zeitweilige Entfernung von Hause und Unterbringung in einem Asyl nothwendig war. Auch scheint ihm das geistige Arbeiten von dieser Zeit an sehr schwer gefallen zu sein. Wenigstens schreibt er in einem an seinen Rivalen Prof. F. Mohr gerichteten Briefe vom 3. August 1869 unter Anderem: — — „Meine verspätete Antwort auf Ihre gütige Mittheilung entschuldigen Sie

freundlichst mit einer Unart, die ich mir tagtäglich vorwerfe, daß ich nämlich sehr langsam, ja, ich möchte Ihnen anvertrauen, sehr ungern arbeite. Der menschliche Geist ist, wie Lagrange sagt, von Natur träge; er liebt sich bald die unbedingte Ruhe." — Uebrigens gestaltete sich sein Lebens-Abend dadurch etwas freundlicher, daß dem großen Entdecker endlich die Zeit nachhinkte, und daß, nachdem sein Verdienst, hauptsächlich durch Schönlein's und Liebig's Bemühungen, anerkannt war, Ehrenbezeugungen aller Art aus seinem Vaterland, wie aus dem Ausland auf ihn herabregneten. So erhielt er 1867, also 26 Jahre nach seiner Entdeckung, den Orden der Würtembergischen Krone, welcher den persönlichen Adel verleiht.

Nachdem er noch einige kleinere Aufsätze „Ueber das Fieber", „Ueber Erdbeben", „Ueber die Bedeutung unveränderlicher Größen", „Ueber die Ernährung" u. s. w. geschrieben und auf der Naturforscher-Versammlung in Innsbruck (1869) eine Rede „Ueber nothwendige Consequenzen und Inconsequenzen der Wärme-Mechanik" gehalten hatte, brach sein müdes Herz am 20. März 1878. Sein Leichnam ist auf dem Friedhof seiner Vaterstadt beerdigt.

So lebte und starb ein Märtyrer der Wahrheit und Wissenschaft, welcher, gleich so vielen Andern, seine Verdienste um die Menschheit mit dem Preis seines Lebensglücks erkaufen mußte. Er bestätigte im Verein mit vielen andern Märtyrern ähnlicher Art die alte Wahrheit, daß geniale Neuerungen immer nur auf den Dank der nachfolgenden Geschlechter angewiesen sind, sowie das schöne Wort Feuerbach's: „Du weißt, daß noch nie eine Wahrheit mit Dekorationen auf die Welt gekommen, nie im Glanze eines Thrones unter Pauken und Trompeten, sondern stets im Dunkel der Verborgenheit unter Thränen und Seufzern geboren worden ist; du weißt, daß nie die Hochgestellten, sondern stets nur die Tiefgestellten von den Wogen der Weltgeschichte ergriffen werden." In der Politik dagegen war Mayer, wie schon erwähnt, merkwürdiger Weise und in vollem Widerspruch mit seinem älteren Bruder Fritz, der sich lebhaft an den revolutionären Bewegungen des Jahres 1848 betheiligte, conservativ und sogar reaktionär und gerieth dadurch im Revolutionsjahre 1848 in ernstliche Lebensgefahr. Mit der spekulativen Philosophie wiederum stand er auf gespanntestem Fuße. Als ihm sein Freund G. Rümelin einmal

Hegel's Logik und Naturphilosophie zur Lektüre brachte, gab er Beides nach wenigen Tagen zurück mit der Bemerkung, daß er keine Sylbe davon verstanden habe und nichts davon verstehen würde, auch wenn er hundert Jahre darin läse. Dennoch war er Meister im logischen oder causalen Denken und wurde durch dasselbe hauptsächlich, wie aus den Unterhaltungen mit seinem Freunde G. Rümelin, dessen Ausführungen wir die vorstehenden Notizen größtentheils entnommen haben, hervorgeht (man vergl. Beil. zur A. Allgem. Zeitung, 1878, Nr. 121) auf seine große Entdeckung geführt.

36) Rumford schildert den Eindruck, welchen dieser Vorgang auf die Augenzeugen machte, in hübscher Weise. „Es wäre schwer", sagt er, „den Ausdruck der Ueberraschung und des Erstaunens zu schildern, der sich auf den Gesichtern der Umstehenden malte, als sie sahen, wie diese große Wassermasse sich erwärmte und wirklich zum Kochen kam, und zwar ganz ohne Feuer. Obgleich die Sache an und für sich ja nichts Erstaunliches darbot, so gestehe ich doch gern, daß ich eine wahrhaft kindische Freude über diesen Vorgang empfand. Wenn ich auf den Ruf eines ernsten Forschers Anspruch machte, so müßte ich freilich diese Freude eher zu verbergen suchen, anstatt dieselbe kundzugeben." Man kann das Rumford'sche Experiment sehr leicht im Kleinen wiederholen, wenn man eine mit kaltem Wasser halb angefüllte und mit einem Korkstopfen verschlossene Messingröhre mittelst einer Drehscheibe zwischen zwei fest an die Röhre angepreßten Holztafeln in rasch drehende Bewegung versetzt. Das Wasser in der Röhre erhitzt sich durch die Drehung und Reibung innerhalb weniger Minuten dergestalt, daß der dabei entstehende Dampf den Kork mit großer Gewalt aus der Röhre heraustreibt und hoch in die Luft schleudert.

37) Der Prony'sche Zaum ist ein Hebel, der mit einer Wulst auf der Achse des Motors aufliegt und durch eine Kette an ihr befestigt ist, welche aus mit Holzklötzchen ausgefütterten Gliedern aus Eisenblech besteht und die Achse des Motors durch Schrauben fest umspannt. Befestigt man den Zaum auf der Achse eines solchen Motors, ohne die Schrauben anzuziehen, so bleibt der belastete Hebel in aufrechter Stellung und gleitet auf der Achse. Drückt man aber durch Anziehen der Schrauben den Zaum gegen

die Welle, so wird der Hebel gehoben und bleibt horizontal, trotzdem ihn sein eignes Gewicht herabzieht mit einer Kraft, die der Masse des herabfallenden Wassers proportional ist. Indem nun diese Arbeit am Umfang der Achse geleistet wird, erhitzen sich die Holzklötzchen des Zaumes in hohem Grade und würden bald Feuer fangen, wenn man sie nicht immerwährend mit kaltem Wasser anfeuchten würde. Joule erfand hierzu eine Vorrichtung, welche ihm gestattete, die Menge der Wärme zu berechnen, in welche sich bei diesem Versuche die mechanische Kraft verwandelt.

38) Aus der Geschwindigkeit der Umlaufsbahn der Erde um die Sonne hat man unter Anwendung des mechanischen Wärme-Aequivalents und unter Berücksichtigung der Wärme-Capacität der Erde berechnet, daß dieselbe die ungeheure Temperatur von 586,596 Grad C. annehmen müßte, wenn ihre Umlaufsbewegung plötzlich gehemmt würde. Spiller berechnet, daß dasselbe Ereigniß eine Wasserkugel von der Größe der Erde um 112,000 Grad C. erwärmen würde. Die Wärme aber, welche durch den Fall der Erde auf die Sonne entstehen würde, würde noch 400 mal größer sein.

39) Einen sehr netten, die Entstehung von Wärme aus gehemmter Bewegung illustrirenden physikalischen Versuch beschreibt Grove (die Verwandtschaft der Naturkräfte, 1871, S. 218): Eine Reihe ineinander greifender Räder endet mit einem kleinen Metallrädchen, das, wenn das Räderwerk in Bewegung wird, sich mit großer Geschwindigkeit umdreht und dabei gegen den Umfang des nächsten, aus Holz gefertigten Rades reibt. An dem Metallrad ist ein kleines Stück Phosphor befestigt, das, so lange das Rädchen sich dreht, unverändert bleibt, in demselben Augenblicke aber, wo das letzte Rad durch Aufdrücken eines kleinen Bremshebels gehemmt wird, in Flammen ausbricht!

40) Durch ebenso sinnreiche als sorgliche Versuche ist festgestellt worden, daß 13,500 Schläge eines zehnpfündigen oder 1350 Schläge eines hundertpfündigen Hammers bei einem rheinl. Fuß Fallhöhe nöthig sind, um eine Wärmemenge zu erzeugen, durch welche ein Pfund Wasser von 0 ° auf 100 ° C. erhitzt werden kann. Da nun in jenen Hammerschlägen die Triebkraft von 1350 Centnern einen Fuß hoch fallenden Wassers zur Geltung kömmt, so entspricht dieser Wasserkraft bei gehöriger Verwendung

ein Wärme-Effekt von 100 ° C., oder der Wasserkraft von nur 1350 Pfund bei derselben Fallhöhe ein Wärme-Effekt von 1 ° C. für ein Pfund Wasser. Umgekehrt ist erwiesen worden, daß die in einem Pfund erhitzten Wassers aufgespeicherte Wärme als Arbeitskraft verwendet auf je 1 ° C. Wärmeconsum 1350 Pfund einen Fuß hoch zu heben im Stande ist, oder, was dasselbe ist, ein Pfund 1350 Fuß hoch.

Wo durch Reibung oder Stoß Bewegung vernichtet wird, wird also eine bestimmte Wärmemenge dafür erzeugt, und wo durch Wärme Arbeit verrichtet wird, da verschwindet für jede Arbeits-Einheit von 1350 Pfund, die einen Fuß hoch gehoben oder so hoch herabgelassen worden, eine Wärmemenge, welche 1 Pfund Wasser um 1 Grad C. erhitzen, oder die, beim Erkalten um 1 Grad C., die gleiche Wassermenge verlieren würde. Es stellt sich dieses Wärmequantum als gleichwerthig oder äquivalent jenem Arbeitsquantum heraus.

In Kilogramm und Metermaaß ausgedrückt lautet das hierin liegende Gesetz, wie schon im Text gesagt, so: Die zur Erwärmung von 1 Kilogramm oder 1 Liter Wasser um 1 Grad C. erforderliche Wärmemenge ist, als Arbeitskraft verwendet, im Stande, ein Kilogramm Last 424 Meter hoch oder 424 Kilogramm Last einen Meter hoch zu heben. Mit andern Worten kann man es auch so aussprechen: Eine mechanische Arbeit, welche 424 Kilogramm Last einen Meter hoch oder ein Kilogramm 424 Meter hoch zu heben im Stande ist, ist der Erwärmung von 1 Kilogramm Wasser um 1 Grad C. äquivalent. Auch kann beim Niedersinken von 1 Kilogramm Last um 424 Meter oder von 424 Kilogramm um 1 Meter durch Reibung oder Stoß soviel Wärme erzeugt werden, als zur Erwärmung von 1 Kilogramm Wasser um 1 Grad C. nöthig ist.

Das Meterkilogramm oder der Kilogrammmeter hat jetzt überall das früher gebräuchliche Fußpfund verdrängt; nur in England rechnet man noch nach letzterem Maaße. Da nun 1 Meter = 3,2 engl. Fuß und 1 Kilogramm = 2,2 engl. Pfund ist, so ist ein Meterkilogramm = 7,2 engl. Fußpfund. In Deutschland entspricht das Meterkilogramm oder die Arbeits-Einheit etwa $6\frac{1}{2}$ Fußpfund. Eine „Pferdekraft", welche in der Mechanik so häufig als Maaßstab für Kraftverbrauch angewendet wird,

entspricht 75 Meterkilogramm oder einer Kraft, welche im Stande ist, 75 Meterkilogramm in einer Sekunde zu leisten.

Die neuerdings sehr üblich gewordene, rein mathematische Behandlung des Kraft-Erhaltungs-Princips hat nach F. Mohr (Allgemeine Theorie der Bewegung und Kraft, S. 38) nur sekundäre Bedeutung. Die Mathematik rechnet wohl (nach M.), entdeckt aber nicht. „Die Formel ist nichts als der mathematische Ausdruck eines bereits im Geiste klar erkannten Zusammenhangs der Erscheinungen. Was man aus der Formel herausrechnet, steckt schon darin und ist keine Entdeckung des Mathematikers. Ist der erste Ansatz falsch, so werden auch die Schlüsse falsch." — „Die Mathematik hat nur die eine Aufgabe, aus gegebenen Bedingungen die unbekannte Größe herauszuschälen"; und „nicht selten schreibt man das auf Rechnung der Mathematik, was nur eine Arbeit des Denkers ist. J. R. Mayer hat mit einem sehr geringen Aufwand von mathematischer Entwicklung das Gesetz der Erhaltung der Kraft durch die bloße Kraft des Denkens aufgestellt, und die nachherigen Arbeiten der Analytiker haben seinem Satze keinen neuen Beweis hinzugefügt, sondern nur der Ansicht Vorschub geleistet, daß Sätze, welche eine Folge richtigen Denkens waren, durch die Kunstgriffe mathematischer Behandlung errungen worden seien. Die bloße Mathematik kann keine Entdeckungen in der Naturforschung machen; sie kann aber die geistigen Combinationen des Naturforschers in einer Formel ausdrücken und daraus auf mechanischem Wege neue Beziehungen herausfinden."

In ganz ähnlicher Weise, wie Mohr, spricht sich über diesen Punkt auch Secchi (Die Einheit der Naturkräfte, 1876, Bd. II, S. 4) aus. „Wir sehen", sagt er wörtlich, „die mathematische Analysis nur als ein äußerst werthvolles Mittel an, durch welches sich die aufgestellten Principien mittelst der Folgerungen, zu denen es führt, prüfen lassen. Allein wenn uns die Rechnung auch die Versuche an die Hand gibt, durch welche die Principien Bestätigung finden, so ist sie doch nicht im Stande, diese selbst zu entwickeln", u. s. w. u. s. w.

41) Eine präparirte Daguerrotyp-Platte wird in einem mit Wasser gefüllten Kasten, der vorn ein Glas mit einem Schiebladen darüber besitzt, eingeschlossen. Zwischen dem Glase und der Platte befindet sich ein rostförmiges Silberdrahtgeflecht, und die

Platte ist mit dem einen Ende der Umwicklungen eines Galvanometers und der Draht-Rost mit einem Ende einer Breguet-schen Spirale — einem zierlichen Instrumente, bestehend aus zwei zu einer Spirale geformten, zusammengelötheten Metallen, deren Ungleichheit in der Ausdehnung die geringsten Temperaturwechsel erkennbar macht — verbunden, während ein Draht die beiden andern Enden des Galvanometers und der Spirale vereinigt. Die Nadeln sind auf Null gebracht. Sobald nun einem Lichtstrahl, sei es Tages- oder künstliches Licht, durch Heben des Schiebladens gestattet wird, auf die Platte zu fallen, werden die Nadeln sofort abgelenkt. Somit erhalten wir aus dem Licht als anfänglicher Kraft chemische Thätigkeit auf der Platte, Elektricität durch die Drähte fließend, Magnetismus in den Umwindungen des Galvanometers, Wärme in der Spirale und Bewegung bei den Nadeln.

42) Das Streben der Pflanzen nach dem Lichte oder das Entgegenwachsen derselben gegen das Licht ist aller Welt bekannt und wird in der Regel unter Anwendung der bekannten teleologischen Vorurtheile als eine der Pflanze durch höhere und wohlthätige Absicht eingepflanzte Neigung nach dem ihr nothwendigen oder nützlichen Element gedeutet. Diese Deutung ist grundfalsch. Die einfache Erklärung liegt darin, daß, da das Gewebe der Pflanze oder der Stoff, aus dem sich ihr Leib aufbaut, durch den Einfluß der chemischen Kraft des Lichtes gewissermaaßen ausgearbeitet wird, dieselbe nothwendig an allen den Stellen, wo Licht einwirkt, stärker auswachsen oder — mit andern Worten — dem Lichte zuwachsen muß. Das Licht baut die Pflanze auf.

43) Die Spannkraft oder Energie zusammengepreßter Luft, welche in einer Windbüchse im Stande ist, eine Kugel vorwärts zu treiben, oder mit deren Hülfe die Riesentunnels des Mont Cenis und des St. Gotthard durch feste Gesteinsmassen hindurchgetrieben worden sind, hat man früher aus einer gegenseitigen Abstoßung ihrer kleinsten Theilchen erklärt und somit als ruhende, statische oder potenzielle Energie oder Kraft angesehen, während man sie neuerdings von den unaufhörlichen Stößen der Lufttheilchen gegen die Wände des einschließenden Gefäßes herleitet, wornach sie also eine lebendige oder Bewegungs-Kraft oder s. g. kinetische oder aktuelle Energie darstellen würde. In diesem, wie

in vielen andern Fällen ist es also zweifelhaft, ob eine Energie von der potenziellen oder aktuellen Form ist. Selbst die Schwerkraft wird jetzt von vielen Seiten als eine Art der Bewegung und herrühend von s. g. fortschreitenden Gravitationswellen angesehen. Manche Physiker halten sie sogar für eine elektrische Erscheinung. Ihre früher angenommene Fernwirkung durch den leeren Raum ist längst als unmöglich erkannt worden.

44) Heben wir ein Gewicht und belassen es dann auf dem Punkte, zu dem wir es erhoben hatten, so hat es den Anschein, als ob die dabei aufgewendete Kraft zeitweise und möglicherweise für immer verloren oder vernichtet sei. Aber eine genauere Betrachtung lehrt, daß wir mittelst dieser Arbeit den Schwerpunkt der Erde und damit auch ihre Stellung in Bezug auf Sonne, Planeten und Sterne geändert haben. Wir lassen, wie Grove auseinandersetzt, die von uns aufgewendete Arbeit das Weltall durchdringen und dabei dasselbe in Bewegung versetzen. Wir können uns keine Kraftäußerung vorstellen, die nicht auf diese Weise in ihren Wirkungen fortdauerte. Heben wir gleichzeitig statt eines Gewichtes deren zwei und zwar an zwei einander entgegengesetzten Punkten der Erde, so könnte es scheinen, als ob ein Ausgleich stattfände derart, daß die Lage des Schwerpunktes der Erde sich nicht ändert. Aber wir haben dann den mittleren Durchmesser der Erde vergrößert, und eine, wenn auch noch so minimale Störung der Bewegung unsres Planeten und aller übrigen Himmelskörper wäre die Folge davon. Dasselbe ist in umgekehrter Weise der Fall, wenn wir die Gewichte wieder fallen lassen, und Alles würde in den früheren Zustand zurückkehren, wenn nicht inzwischen oder zwischen dem Steigen und Fallen des Gewichts eine Menge von Wechseln in der Bewegung der Erde, in dem Zustand der Temperatur, des Erdmagnetismus u. s. w. stattgefunden hätten, welche eine absolute Herstellung des alten Zustandes unmöglich erscheinen lassen. Hat daher einmal ein Wechsel stattgefunden, so kehrt der ursprüngliche Zustand nie mehr zurück; andre Wechsel treten hinzu, und so geht es fort. „Nichts wiederholt sich selbst, weil Nichts unter dieselben Bedingungen zurückversetzt zu werden vermag; die Vergangenheit ist unwiderruflich."

45) Das Gesetz von der Erhaltung oder Umwandlung der

Kraft hat nicht bloß die größte wissenschaftliche, sondern auch — technische Bedeutung, indem wir an seiner Hand in demselben Maaße, in welchem sich unsre technischen Hülfsmittel vervollkommnen, in den Stand werden gesetzt werden, die großen Gesammtkräfte der Natur in veränderter Gestalt für unsre Zwecke zu verwenden, vorausgesetzt, daß wir dieselben ohne allzu großen Aufwand an Kosten oder Arbeit in technisch brauchbare Formen zu bringen im Stande sind. So hat man, wie schon im Texte erwähnt, die großen Alpentunnels zum Theil mit Hülfe zusammengepreßter Luft, welche durch die von dem Gebirge herabstürzenden Wassermassen auf mechanischem Wege erzeugt worden war, ausgeführt; und es steht zu erwarten, daß die auf solche Weise erzeugte Kraft dereinst noch eine große Rolle in der Technik spielen werde. Die ungeheure, auf Millionen von Pferdekräften berechnete Kraft des berühmten Niagara-Wasserfalls geht gegenwärtig, abgesehen von einigen Mühlen, die er treibt, noch nutzlos verloren während man dagegen in Rochester in Amerika die mechanische Kraft des Gennessee-Wasserfalles bereits in verschiedenen Richtungen nutzbar gemacht hat. Die Straßenwagen werden — Zeitungsnachrichten zufolge — von mit Hülfe des Falles zusammengepreßter Luft bewegt; und man beabsichtigt nicht nur sämmtliche Fabriken der Stadt damit in Bewegung zu setzen, sondern auch ein überaus billiges Licht zu erzeugen. Die Versuche, die Kräfte des Niagara mit Hülfe der Elektricität in ähnlicher Weise zu vernutzen, sind zwar bis jetzt mißlungen; doch dürfte grade die Elektricität als allgemeine Vermittlerin der Naturkräfte besonders dazu geeignet sein, in der Zukunft in dieser Richtung eine bedeutsame Rolle zu spielen. Auf der im Jahre 1880 in Mannheim abgehaltenen Industrie-Ausstellung des Pfalzgaues erregte der elektrische Fahrstuhl der Herren Siemens und Halske in Berlin allgemeines Aufsehen. „Es ist sehr interessant", sagt der darüber in die Zeitungen gelangte Bericht, „die verschiedenen Umwandlungen von Wärme, Kraft und Licht zu beobachten. Die verbrennende Kohle erzeugt durch Verwandlung des Wassers in Dampf die motorische Kraft, diese den elektrischen Strom, welcher allabendlich die Besucher durch die Erzeugung des prachtvollen elektrischen Lichtes erfreut. Der jetzt hergestellte Aufzug zeigt wieder die Umwandlung der Elektricität in Kraft, beziehungsweise Arbeit. Die

dynamoelektrische Maschine in der Halle erzeugt den elektrischen Strom, welcher, zum Aufzug geleitet, bei Schließung der Stromkette die am Aufzug befestigte elektrodynamische Maschine in Rotation versetzt, durch welche mittelst flach steigender Schnecke und Schneckenräder die Zahnräder zum Eingriff in die Zahnstangen bewegt werden, so daß der Fahrstuhl an dieser ruhig auf- und absteigt." — Auch die Strahlen der Sonne, welche ja die letzte und einzige Quelle aller irdischen Kräfte bilden, sucht man jetzt mit Hülfe der Kraft-Verwandlung direkt für industrielle Zwecke nutzbar zu machen. Der französische Physiker Mouchot hat eine Dampfmaschine construirt, deren einzigen Feuerheerd die Sonnenwärme bildet, und darin eine Dampfspannung bis zu acht Atmosphären erzielt. Diese Leistung Mouchot's ist durch einen von dem Pariser Ingenieur A. Pifre construirten Apparat noch bedeutend in den Schatten gestellt worden. Ein kleiner Motor, welcher durch die von dem großen Receptor aufgefangenen Sonnenstrahlen in Bewegung gesetzt wurde, hob 6000 Liter Wasser in der Stunde drei Meter hoch! Ein Pifre'scher Receptor von $5^1/_2$ Meter Durchmesser genügt, um die Kraft von zehn Arbeitern zu ersetzen. Auf diese Weise ist die Aussicht gegeben, daß nach Erschöpfung unsres gegenwärtigen Brennmaterials die Sonne unsern Nachkommen einen Ersatz hierfür leisten wird. „Wie die vor langer Zeit verausgabte Sonnenkraft", sagt Grove, „jetzt in Gestalt der Kohle, welche durch das Licht und die Wärme derselben gebildet worden war, wieder zu uns zurückkehrt, so mögen später die täglich auf die sandigen Wüsten Afrikas verschwendeten Sonnenstrahlen durch chemische oder mechanische Mittel zu Licht und Wärme für die Bewohner kälterer Gegenden gemacht werden." — Auch in der Bewegung von Fluth und Ebbe besitzen wir eine enorm große Kraftquelle, welche bisher ganz unbenutzt geblieben ist; deßgleichen in der Bewegung großer Wasserläufe.

46) „Die Bewegungen der Ebbe und Fluth in den Meeren, wie in den Atmosphären", sagt Helmholtz, „geschehen mit Reibung, jede Reibung vernichtet lebendige Kraft, und der Verlust kann in diesem Falle nur die lebendige Kraft der Planetenbewegung treffen. Wir kommen dadurch zu dem unvermeidlichen Schluß, daß jede Ebbe und Fluth fortdauernd und wenn auch unendlich langsam doch sicher, den Vorrath mechanischer Kraft

des Systems verringert, wobei sich die Axendrehung der betreffenden Planeten verlangsamen muß und sie sich der Sonne oder ihre Trabanten sich ihnen nähern müssen." Durch die bei den Gezeiten entstehende Reibung würde also die Erde gleichsam gebremst, folglich die Rotationsgeschwindigkeit herabgesetzt und mechanische Energie in Wärme umgewandelt. Allein die Wirkung dieser flüssigen Bremse, sowie der andern die Bewegung der Erde verlangsamenden Einflüsse könnte doch erst nach sehr langen Zeiten für unsre astronomischen Hülfsmittel merkbar werden. Wenn sich z. B. die Erde alljährlich der Sonne um 10 englische Fuß oder circa 3 Meter näherte, so würde nach Secchi das Jahr nach Verlauf eines Jahrtausends um nicht mehr, als eine einzige Sekunde verkürzt werden, während die Astronomie weit davon entfernt ist, nachzuweisen, daß eine solche Aenderung nicht wirklich bestehen könne. Indessen will H. J. Klein nachgewiesen haben, daß in der That die Planeten im Laufe der Jahrmillionen in Folge des Aetherwiderstandes der Sonne etwas näher gerückt seien. (Man vergl. dessen: „Kosmologische Briefe", 1877, S. 294.) — Was die Zunahme der Erdschwere durch Zufuhr kosmischer Massen von Außen her betrifft, so muß nach Proktor diese Zunahme selbst bei niedrigster Schätzung jedes Jahr mehrere Millionen Kilogramm betragen, was freilich kaum einem Billiontel ihrer augenblicklichen Masse gleichkömmt. Wahrscheinlich ist dieses Zuströmen kosmischer Massen zur Erde nur ein kleines Ueberbleibsel derjenigen Menge von Stoffen, welche seit Beginn unsers Planetensystems sich in freiem Zustande um die einzelnen Verdichtungscentren bewegten. Die Meteorsteinfälle wirken übrigens nicht bloß durch Massenvermehrung, sondern theilweise auch durch Stoß der Flugkraft der Erde entgegen.

47) „Was die Erde thut", sagt Helmholtz, „thun unzweifelhaft auch die andern Planeten und in noch viel höherem Grade die Sonne, der alle die kleineren und dem Einfluß des widerstehenden Mittels mehr unterworfenen Körper unsres Systems um so schneller zusinken müssen, je kleiner sie sind." Wahrscheinlich ist nach demselben Autor der jetzige Fall der Sternschnuppen und Meteorsteine nur ein kleiner Rest des Processes, der einst unsre Welten durch allmählige Zusammenballung aus dem Urzustand einer feinen, nebelartigen Massenvertheilung

heraus zu immer größer werdenden Einzelkörpern hat entstehen lassen.

48) Die Sage vom Weltuntergang ist eine uralte und wiederholt sich sehr oft in der Geschichte bei den verschiedensten Völkern und zu den verschiedensten Zeiten, indem sie Anlaß gab bald zu zahlreichen Selbstmorden, bald zu Schwelgerei, bald zu Erweckung einer heftigen religiösen Schwärmerei. Diese letztere hat in den ersten Jahrhunderten nach Christus, als durch den Untergang des großen römischen Weltreichs im dritten und vierten Jahrhundert der Glaube an den bevorstehenden Weltuntergang reiche Nahrung und große Ausbreitung fand, eine der stärksten Ursachen für die rasche Ausbreitung des Christenthums gebildet, indem die von demselben gepredigte „Weltflucht" der damaligen pessimistischen Stimmung der Gemüther am meisten entsprach. Aehnliche, von Zeit zu Zeit sich wiederholende Prophezeiungen finden selbst bis auf den heutigen Tag gläubige Gemüther, obgleich die Naturwissenschaft längst zur Evidenz nachgewiesen hat, daß die Furcht vor einer plötzlichen Katastrophe, welche den Weltuntergang im Gefolge haben könnte, eine gänzlich ungegründete ist, und daß dieser Untergang in einer ganz andern Weise vor sich gehen wird, als der Volksaberglaube annimmt. Viel besser, als mit diesem Volksaberglauben, stimmen die Resultate der Naturforschung mit den mythologischen Vorstellungen der alten Völker von einem mehrmaligen Entstehen und Vergehen der Welt im Laufe sehr langer Zeiträume oder Weltperioden. Solchen Vorstellungen begegnet man bei Indern, Aegyptern, Persern, Griechen, Juden ꝛc. Die Inder lehren eine ganze Reihe von Weltuntergängen und Wiedergeburten in nach vielen Millionen von Jahren zählenden Zeiträumen, während Zoroaster den Untergang der Welt schon 12000 Jahre nach der Schöpfung erfolgen läßt. Die jüdischen Talmudisten halten die alte Lehre vom Weltuntergang jetzt noch aufrecht; sie reicht auch in das Neue Testament herüber. So spricht Petrus (2. Ep.) vom Weltuntergang und sagt: „Einen neuen Himmel aber und eine neue Erde erwarten wir seiner Verheißung zufolge"; und in der Apokalypse des heiligen Johannes heißt es von einem solchen Ereigniß: „Und ich sah einen neuen Himmel und eine neue Erde; denn der frühere Himmel und die frühere Erde waren zu Grunde gegangen." Natürlich nahm man

hierbei nicht eine völlige Vernichtung der alten Welt, sondern einen formlosen Zwischenzustand an, wie ihn die Griechen mit dem Worte „Chaos“ bezeichneten, und wie ihn auch die „Genesis“ vor Erschaffung der Welt annimmt. Dieses entspricht ganz den jetzt geltenden Annahmen der Naturforschung über Auflösung alter und Bildung neuer Weltkörpersysteme.

Auch durch die ganze nordisch-germanische Glaubenslehre zieht sich die trübe Ahnung einer das Ende aller Dinge herbeiführenden Vernichtung der bestehenden Weltordnung mit Entstehung einer neuen und besseren. Die „Edda“ malt dieses Ereigniß mit glühenden Farben. Das altdeutsche Gedicht Muspilli oder vom Weltende gründet auf der alten heidnischen Vorstellung vom Weltbrand und Weltende. Die Götter vernichten sich im gegenseitigen Kampfe, die Sonne erlischt, die Sterne fallen vom Himmel, die Erde beginnt zu wanken. Die Ursache der Zerstörung ist Muspill oder Mudspelli, der schwarze, dunkle Vernichter der Materie, unterstützt durch sein in Gluth leuchtendes Heer. Schließlich versinkt die Erde im Meer. Aber bald darnach taucht sie von Neuem auf, es entstehen neue Götter, neue Menschen, neuer Mond und neue Sonne.

Auch die pessimistische Weltanschauung, welche neuere Philosophen aus den Resultaten der modernen Naturforschung schöpfen zu müssen glauben, hat bereits bei den alten Indern ihre auf gleicher Basis philosophirenden Vertreter gehabt. So singt der Vedanta-Lehrer Sankara:

„Ein Tropfen, der am Lotosblatte zittert,
„So ist das flücht'ge Leben bald verwittert.
„Acht Urgebirge, nebst den sieben Meeren,
„Die Sonne, wie die Götter selbst, die hehren,
„Dich, mich, die Welt, dies Alles wird zertrümmern
„Die Zeit — warum denn noch um irgendwas sich kümmern?“

49) Nach dem Astronomen W. Meyer wird die erkaltete Sonne in Folge der Zerstörungsthätigkeit der Fliehkraft dereinst auf ihrer Aequatoroberfläche einen ähnlichen Staubring von losgelösten Körpern, wie ihn der Planet Saturn bereits besitzt, oder mehrere solcher Ringe um sich bilden und dadurch ihre zertrümmerte Masse wieder über einen Theil ihres Bereichs ausbreiten, bis nach

und nach ein unentwirrbares Chaos von Steintrümmern und Schutt daraus geworden sein wird. Dieser Trümmerhaufen wird seinen Weg durch den Weltraum fortsetzen und überall auf diesem Wege einzelne Theile an andre Sonnen oder Sonnensysteme in Form von Kometen, welche Stücke zertrümmter Weltsysteme sind, oder von Meteorsteinringen abgeben. Dieses wird so oft sich wiederholen oder so lange fortdauern, bis endlich die Sonnenmasse in eine große Anzahl von Kometen aufgelöst sein wird, die das Weltall nach allen Richtungen durchschwärmen. Ein kleiner Theil dieser Kometen wird von einzelnen Weltkörpersystemen festgehalten und zu dauernden Bestandtheilen derselben in Form s. g. „periodischer Kometen" werden, während die große Mehrzahl derselben in jenen unermeßlichen, von den Massencentren weit entfernten Himmelsregionen, wo die Gravitationseinflüsse fast verschwinden, festgehalten werden wird. Es sind gewissermaaßen die Sammelplätze der die Himmelsräume in enormen Mengen durchirrenden Kometen. Ihr Zusammenstoß erzeugt eine bis zur Gluthhitze sich erwärmende nebelartige Masse von ungeheurer Ausdehnung mit einzelnen stärkeren Anziehungs-Mittelpunkten oder Massenknotenpunkten, wie wir sie in den unregelmäßig gestalteten, mit einzelnen helleren Punkten oder Kernen versehenen Nebelflecken vor uns sehen. „Es ist also höchst wahrscheinlich, daß diese Nebelflecke wirklich solche Stellen im Weltgebäude sind, solche abgelegenen Laboratorien, in denen sich der Stoff langsam zu neuer Lebensfähigkeit vorbereitet." Die Art, auf welche man sich die weitere Entwicklung dieser nebelartigen Massen zu geordneten Weltkörpersystemen vorstellt, ist bekannt. — Selbstverständlich beruht diese Theorie, sowie auch die übrigen im Text aufgeführten, nur auf einer Hypothese oder Unterstellung oder Annahme, welche an sich nicht beweisbar ist, deren Wahrscheinlichkeit aber um so größer wird, je mehr sie einer Erklärung an sich unbegreiflicher Vorgänge an der Hand wissenschaftlicher Principien oder Erfahrungen nahe kömmt. Niemand ist gezwungen, dieselben anzunehmen, namentlich Derjenige nicht, welcher bessere Erklärungen auf natürlichem Wege zu finden oder zu geben weiß.

50) Es ist ein zwar scheinbar paradoxer, aber nichts destoweniger physiologisch feststehender Satz, daß alle Geschlechts-Verschiedenheit ohne Ausnahme nur auf Modifikationen identischer,

beiden Geschlechtern gemeinsamer Grundbildungen beruht, oder — mit andern Worten — daß die ursprüngliche Anlage der Geschlechts-Organe überall hermaphroditisch ist. Es gibt keine dem männlichen oder weiblichen Geschlecht ausschließlich angehörige Eigenthümlichkeit, welche nicht ein vollständiges Analogon im andern Geschlecht aufzuweisen hätte. Selbst Saamen und Ei sind, wie schon im Text angedeutet, nur verschiedene Entwicklungs-Produkte als identisch zu betrachtender Keimzellen, und diese wieder die Produkte vollständig analoger, aus identischer Anlage hervorgegangener Bildungs-Apparate. Es gibt Thier-Gattungen, bei welchen alle Geschlechts-Verschiedenheiten auf die einzige allein charakteristische oder auf das Vorhandensein von Eiern oder Saamen in den völlig gleich gebauten Geschlechtsdrüsen reducirt sind. Es gibt ferner zahlreiche Gattungen, bei welchen der individuelle Organismus gar kein spezifisches geschlechtliches Gepräge besitzt, indem derselbe gleichzeitig mit der Produktion beider Geschlechtsstoffe beauftragt ist. „Wie himmelweit verschieden", sagt Funke (Lehrbuch der Physiologie) „erscheint auf den ersten Blick das aktive Begattungs-Organ des männlichen Säugethieres von den passiven Organen des Weibchens, und dennoch lehrt uns die Entwicklungs-Geschichte der Zeugungs-Organe auf das Unzweideutigste, daß das Glied des Mannes identisch mit dem weiblichen Kitzler, das Scrotum identisch mit den großen Schaamlippen, das Bläschen der Vorsteherdrüse identisch mit Scheide, Bär-Mutter und Eileiter sind." Dazu kommt, daß, wie im Text erwähnt, alle Embryonen oder Keimlinge ursprünglich vollkommen geschlechtslos oder geschlechtlich indifferent sind, und daß die ursprünglich ganz gleiche Anlage oder Grundlage des späteren Genital-Apparat's, welche durch keine präformirte Eigenthümlichkeit ihre spätere Bestimmung verräth, nur ganz geringer Abänderungen des Entwicklungs-Ganges bedarf, um entweder zu einem männlichen oder zu einem weiblichen Genital-Apparat sich umzugestalten. So kommt denn auch bei dem Menschen z. B. die eigentliche geschlechtliche Entwicklung des Körpers oder der Gegensatz von Mann und Frau erst mit Erreichung eines bestimmten Lebensalters zur Ausbildung. — In früheren Jahren huldigte man der Ansicht, alle Embryonen (Keimlinge) seien weiblichen Geschlechts — eine Meinung, welche im Zusammenhang gestanden haben mag mit der Behauptung der

Natur-Philosophen, daß das Weib gewissermaaßen ein auf einer früheren embryonalen Stufe der Entwicklung zurückgehaltener Mann oder ein auf einer niederen Bildungsstufe stehen gebliebener Embryo sei. Aber eine bessere, besonders auf die Entwicklung der inneren Geschlechtstheile begründete Einsicht lehrte, daß die Keimlinge, wie gesagt und so weit die Beobachtung zu entscheiden vermag, geschlechtslos sind, und daß bis jetzt unbekannte Ursachen oder Einwirkungen die Entscheidung für das eine oder andere Geschlecht abgeben. Neuerdings glaubte Prof. Waldeyer den Beweis führen zu können, daß alle Embryonen ursprünglich als Zwitter angelegt seien, und daß ebenfalls erst während der Entwicklung die Anlage des einen oder des andern Geschlechts die vorherrschende werde — eine Theorie, welche auch der berühmte Embryologe Prof. Th. Bischoff für möglich und wahrscheinlich hält (Sitzungs-Berichte der Münchner Anthropol. Gesellschaft, 21. Nov. und 16. Dez. 1871). Man sieht, wie leicht in Folge der beschriebenen Verhältnisse Gelegenheit zur Entstehung der Hermaphrodisie oder Zwitterbildung auch selbst bei den höheren und höchsten organischen Wesen gegeben ist, indem die Entwicklung der genannten Theile in Folge s. g. Hemmungsbildung entweder auf einer früheren oder niedrigeren Stufe stehen bleibt, oder indem eine abnorme Weiter-Entwicklung der einzelnen Theile in demselben Individuum bald nach der Seite des männlichen, bald nach derjenigen des weiblichen Charakters hin stattfindet. In der That ist dieses denn auch ein ziemlich häufiges Vorkommniß, und thierische wie menschliche Hermaphroditen oder Zwitter sind durchaus keine Seltenheit, wenn auch hier wohl nur von Bildungsfehlern die Rede sein kann und das Vorkommen s. g. ächter oder wahrer Zwitter mit völlig ausgebildeten Zeugungstheilen beider Geschlechter und fähig zu doppelter Funktion, wie sie bei Pflanzen und niederen Thieren sich finden, bei Menschen oder Säugethieren wohl noch niemals zweifellos nachgewiesen worden ist. Nichtsdestoweniger ist der geschlechtliche Charakter dieser zwitterhaften Wesen in vielen, ja in den meisten Fällen so unbestimmt, daß sie während ihres Lebens bald zu dem männlichen, bald zu dem weiblichen Geschlecht gerechnet werden, und daß sie in der Regel selbst nicht wissen, zu welchem der beiden Geschlechter sie sich zu rechnen haben. Erst die innere Untersuchung ihrer Leichen nach dem Tode — und

selbst diese nicht immer — ist im Stande, bestimmten Aufschluß über ihr wahres Geschlecht zu geben. So beschreibt Dr. von Franqué in Scanzoni's Beiträgen (Bd. IV) einen Fall, wo neben ausgeprägten männlichen Geschlechtstheilen eine in den prostatischen Theil der Harnröhre mündende Scheide und eine gute ausgebildete Gebärmutter nebst Eileitern sich vorfanden; und Prof. Kölliker (Entwicklungs-Geschichte, 1879, S. 1001) spricht von allerdings selten vorkommenden Fällen, in denen auf der einen Körperseite das eine, auf der andern das andre Geschlecht ausgebildet ist.

Die Hermaphrodisie, welche im Pflanzenreiche und bei zahllosen Gattungen wirbelloser Thiere als normaler Zustand erscheint, muß als der älteste und ursprünglichste Zustand der geschlechtlichen Differenzirung betrachtet werden, welcher in den älteren und ältesten Zeiten der Erdgeschichte neben der ungeschlechtlichen Fortpflanzung allein herrschend war. Erst später entstand aus ihm die Geschlechtstrennung oder Vertheilung beider Funktionen auf getrennte Individuen durch den Einfluß des Princips der Arbeitstheilung. Die Alten, welche keine Ahnung von Entwicklungsgeschichte und demnach auch keine solche von den Ursachen dieses merkwürdigen Verhältnisses hatten, wußten sich das Vorkommen solcher zwitterhafter menschlicher Wesen, welche weder Mann noch Frau, sondern ein Mittelding zwischen beiden darstellten, so wenig zu erklären, daß sie eine Fabel erfanden, nach welcher Hermaphroditus, der Sohn des Hermes und der Aphrodite, mit der Nymphe der Quelle Salmakis beim Baden derart zusammengewachsen sei, daß daraus ein Doppelgeschöpf, halb Mann, halb Weib, entstanden sei; daher der Name „Hermaphrodit." Auch an hermaphroditischen Gottheiten und darauf bezüglichen zahlreichen Mythen fehlte es den Völkern im Abendland so wenig, wie im Morgenland. — In einem gewissen Sinne sind übrigens alle Menschen Hermaphroditen, da — abgesehen von den bereits erwähnten rudimentären Bildungen — in jedem Körper die männlichen und weiblichen Charaktere gewissermaaßen gemischt sind und nur nach der einen oder andern Seite in einem latenten oder verborgenen Zustande verharren. Dieses zeigt sich sehr deutlich, wenn die inneren Keimorgane des einen oder andern Geschlechts durch frühzeitigen Verlust oder künstliche Ausrottung verloren gehen —

wo denn auf der einen Seite das häßliche s. g. Mann-Weib, auf der andern Seite der entnervte, weibische Mann entstehen. Auch hat Darwin (Das Variiren der Thiere und Pflanzen, I, S. 67 u. flgd.) eine Anzahl von Fällen bei Thieren gesammelt, welche beweisen, daß bei jedem Weibchen sekundäre männliche Charaktere und ebenso bei jedem Männchen sekundäre weibliche Charaktere in einem latenten Zustande existiren, welche jeden Augenblick bereit sind, sich unter gewissen Bedingungen oder eigenthümlichen Umständen zu entwickeln oder hervorzutreten. Daher kommt es denn auch z. B., daß eine Vererbung spezifisch männlicher Eigenschaften durch Töchter auf Enkel oder dergleichen weiblicher durch Söhne auf Enkelinnen möglich ist, u. s. w.

51) Regner de Graaf war, wie R. Mayer und so viele Andere, ein Märtyrer seiner Zeit und seines den Anschauungen der Zeitgenossen weit vorausgeeilten Geistes und starb, wie Leeuwenhoek und Haller mittheilen, 1673 aus Kummer über die feindseligen und, wie sich später gezeigt hat, völlig ungerechten Angriffe seines berühmten Collegen Swammerdam. In seiner ausgezeichneten Schrift über die weiblichen Generationsorgane unterzieht er die Ovarien oder Eierstöcke einer genauen Untersuchung nach ihren verschiedenen Entwicklungszuständen, studirt namentlich die Eifollikel oder Eier, wie man sie damals noch nannte, zeigt ihre große Uebereinstimmung mit den Follikeln des Vogeleierstockes, beschreibt die Veränderungen, welche an den Austritt der Eier sich knüpfen, sucht weiter die ausgetretenen Eier im Eileiter auf, wobei allerdings der bedeutende Größenunterschied zwischen den Eiern der Tuben und den vermeintlichen des Eierstocks unerklärt bleibt, und gibt die Geschichte ihrer Ueberleitung nach der Gebärmutter. Namentlich wird der direkte Nachweis der Ueberleitung der Eier mit großer Sicherheit geführt, zu welchem Behuf de Graaf bei Kaninchen die inneren Generationsorgane vom ersten Moment der Begattung an bis zur Bildung des Foetus genau untersucht hatte. Damit war de Graaf seiner Zeit so weit vorausgeeilt, daß man ihn nicht verstand und von allen Seiten bekämpfte. Diese übelangewendete Kritik und das Unterlassen von gehörig fortgesetzten Nachuntersuchungen hatte denn zur Folge, daß der beste Theil des bereits thatsächlich erworbenen Materials unbenutzt wieder verloren ging, und daß, wie im Text erwähnt,

erst zwei Jahrhunderte später die große Entdeckung de Graaf's ihre Bestätigung und Vervollständigung fand.

52) Eine von Beginn der Schöpfung her angelegte Vorausbildung aller organischen Wesen ist der gemeinsame Grundzug in den Theorien aller s. g. Seminalisten, Panspermisten und Evolutionisten oder Ovulisten früherer Zeit, welche nur darin auseinandergehen, daß sie die Vorausbildung bald mehr im Ei, bald mehr im Saamen suchen oder geschehen lassen. Allmählig erwacht nach dieser Ansicht der schlafende Embryo aus seinem Jahrtausende alten Schlummer im Innern der immer einer in den andern hineingeschachtelten, unendlich kleinen Keime. Man hat berechnet, daß nach dieser Doktrin die Stammmutter aller Menschen oder Eva etwa 200 Milliarden Keime mit ebensovielen Seelen oder Seelchen in sich tragen mußte, um die Geburt aller folgenden Menschen zu ermöglichen. Dasselbe gilt nach der Meinung der Seminalisten oder Aminalculisten für die Saamendrüse des Adam. Und solchen, mit der theologischen Schöpfungsgeschichte eng zusammenhängenden oder von ihr gewissermaaßen eingegebenen Unsinn lehrten und vertheidigten noch der berühmte Physiolog Albrecht von Haller und der große Philosoph Leibnitz, nachdem schon im Jahre 1759 der geniale deutsche Naturforscher Caspar Friedrich Wolff (1733–1794) das Gesetz der s. g. Epigenesis oder Entwicklung aus den Urelementen aufgestellt und damit der alten Präformations-Theorie den Todesstoß gegeben hatte. Aber auch hier, wie so oft, wurde die junge, emporstrebende Wahrheit unterdrückt von dem übermächtigen, durch Autorität gestützten Irrthum, und ein halbes Jahrhundert mußte vergehen, bis die neue Theorie durch Oken, Meckel, Baer und Andre zu Ehren gebracht wurde, nachdem ihr genialer und als wissenschaftlicher Ketzer verfolgter Entdecker sein deutsches Vaterland hatte verlassen müssen, um eine Zuflucht bei der russischen Katharina zu finden. Erst durch Wolff's Arbeiten kam die so überaus wichtige und jetzt einen so hohen Standpunkt einnehmende Entwicklungs-Geschichte zur Existenz und Anerkennung, da nur bei der Annahme einer allmähligen Entstehung des Embryo oder Keimlings aus einer einfachen Anlage das Streben nach einer genauen Verfolgung des ersten Werdens desselben sich kundgeben kann, während die Theorie der Evolution oder der Entwicklung

durch einfache Enthüllung schon vorher gebildeter Theile jeder weiteren embryologischen Untersuchung von Vornherein den Weg versperrt. — Wie sehr übrigens die Theologie der Einschachtelungs-Theorie bedurfte, zeigt der Umstand, daß schon Vallisneri (1721) nachzuweisen suchte, daß bereits der heilige Augustin diese Theorie bekannt habe, da er angibt, daß Gott Alles auf Einmal erschaffen habe. In einem von J. Senebier der deutschen Uebersetzung Spallanzani's vorgesetzten Panegyrikus der Einschachtelungs-Theorie wird dargethan, daß wir vor genau 6000 Jahren in den Schooß unsrer Ahnfrau Eva hineingelegt worden seien und bei immer wachsender Größe seitdem in unsichtbarer Gestalt gelebt hätten. Freilich lag in solchen Absurditäten eine starke Herausforderung zum Spotte, und in der That haben Blumenbach's witzige und sinnreiche Bemerkungen nicht wenig zur Beseitigung der ganzen Theorie beigetragen.

53) Nach Vallisneri dringt der Saamengeist durch Gebärmutter und Eileiter zu den Eierstöcken vor, tritt dann durch die Oeffnung des geplatzten Corpus luteum in dasselbe ein und sucht darin das reife Ei auf. In letzteres dringt er durch die Stelle, wo Nabelgefäße und Mutterkuchen liegen, hinein, und nachdem er auf diesem engen Weg die kleine Maschine erreicht hat, die ihn schon fertig erwartet hatte, erregt er in ihr „auf eine unbegreiflich sanfte und angenehme Art" die Bewegungen ihrer Säfte. (Nach W. His: Die Theorien der geschlechtlichen Zeugung.)

54) Schon im vorigen Jahrhundert und zu einer Zeit, da das Mährchen von der Aura seminalis (Saamengeist) noch in vollem Ansehen stand, war durch Spallanzani's klassische Versuche der Beweis geliefert worden, daß nur reifer Saamen mit beweglichen Saamenfäden bei direkter materieller Berührung mit einem reifen Ei eine befruchtende Wirkung auszuüben vermag. Spallanzani stellte seine Versuche mit Eiern und Saamen von Fröschen und Fischen, welche er aus deren Keimdrüsen selbst entlehnte, an und fand, daß Saamen selbst noch in außerordentlichen Verdünnungen (kraft seiner zahllosen geformten Elemente) seine Wirksamkeit beibehielt. Selbst bei Hunden führte Sp. künstliche Befruchtung erfolgreich durch. Nichtsdestoweniger stellte sich der treffliche Beobachter, mißleitet durch einige anscheinend widersprechende Versuche, auf Seite Derjenigen, welche den Spermatozoen

ihre Bedeutung für die Befruchtung absprachen und die Wirkung des Saamens in dem Reize suchten, welchen derselbe auf das angeblich schlummernde Herz des präexistirenden Foetus ausüben sollte.

55) Unbefleckte Empfängniß kommt im Stamm der Wirbelthiere niemals vor, während dieselbe allerdings bei den Wirbellosen, namentlich bei den Gliederthieren unter der Form der s. g. Parthenogenesis oder „jungfräulichen Zeugung" ziemlich häufig ist. „Das berühmte Dogma von der unbefleckten Empfängniß der Jungfrau Maria", sagt Häckel, „das in der neuesten Culturgeschichte eine so wichtige Rolle spielt und an das so viele „Gebildete"(?) glauben, ist gleich dem Dogma der päpstlichen Unfehlbarkeit eine freche Verhöhnung der menschlichen Vernunft." — Uebrigens ist das berühmte Dogma keineswegs eine Erfindung der christlichen Kirche, sondern nur eine schlechte Wiederholung uralter und bei verschiedenen Völkern verbreiteter Mythen. So erfahren wir aus den Mittheilungen des mongolischen Schriftstellers Sanang-Setsen, sowie des östlichen Türken Abulghasi, daß Alung Goa, die gefeierte Ahnfrau der Tschinggisiden, neun Generationen vor Tschinggis auf übernatürliche Weise oder durch Einfluß einer Gottheit drei Söhne empfangen habe, von deren einem Tschinggis und seine fünf Brüder in grader Linie abstammten, sowie daß sie selbst „in reiner Weise" zur Welt gekommen sei. Nach einem andern Bericht („Goldner Knauf") gibt Alung Goa selbst den Mond in Jünglingsgestalt als den Vater ihrer Söhne an. — In Egypten hat schon tausend oder zweitausend Jahre vor unsrer Zeitrechnung die unbefleckte Empfängniß bei einer Königstochter eine Rolle gespielt; und die Griechen haben eine ganz verwandte Mythe in der bekannten Erzählung von der reizenden Danaë, welche durch einen goldnen Regen befruchtet wurde.

56) Die Frage, wodurch eigentlich das Geschlecht oder die Geschlechtsdifferenz bei Mensch und Thier bestimmt werde, ist eine so interessante und gleichzeitig nationalökonomisch wichtige, daß man sich sehr viel bemüht hat, hinter die eigentlichen Ursachen dieses merkwürdigen Verhältnisses zu kommen, ohne daß man bis jetzt zu einem sehr positiven Resultate gekommen wäre. Die uralte Meinung der alten Aerzte Hippokrates und Galen, daß die linke Keimdrüse (bei Mann oder Frau) die Keime für

die weibliche, die rechte diejenigen für die männliche Nachkommenschaft enthalte (ein Aberglauben, der sich im Volke theilweis noch bis auf den heutigen Tag erhalten hat), ist durch die theilweise Exstirpation oder Ausrottung dieser Organe bei Thieren längst widerlegt. Auch ist es nicht gelungen, an der Stelle dieser abgethanen Meinung irgend eine andere einzelne und bestimmte Ursache ausfindig zu machen, sondern man hat sich allmählig überzeugt, daß sowohl das Geschlecht, als auch die übrigen Eigenthümlichkeiten des neuen Geschöpfs bei Mensch, wie Thier sich bald mehr nach der väterlichen, bald mehr nach der mütterlichen Seite neigen, je nachdem die körperliche und geistige Individualität des einen Erzeugers die des andern überwiegt oder in den Schatten stellt. Je mehr der Mann durch Kraft, Gesundheit, Charakter, Wohlbefinden u. s. w. die Frau übertrifft, um so mehr werden die Nachkommen ihm gleichen oder „nachschlagen", und umgekehrt. Bezüglich des Geschlechts scheint namentlich das relative Alter beider Erzeuger einen bedeutenden Einfluß zu üben; und eine Ehe hat um so mehr Aussicht auf männliche Nachkommen, je mehr der Mann bei sonstiger Kraft und Gesundheit die Frau an Zahl der Lebensjahre übertrifft. Diese Regel erstreckt sich übrigens selbstverständlich nur bis zu einer gewissen Grenze, da ein zu alter Mann in Folge allgemeiner Kraftlosigkeit das entgegengesetzte Resultat hervorbringen wird.

Bekanntlich besteht in europäischen Ländern bezüglich der Geburten allgemein ein s. g. Knaben-Ueberschuß der letzteren, d. h. es werden im Durchschnitt auf hundert Mädchen 105 bis 107 Knaben geboren — ein Mißverhältniß, das sich im großen Ganzen durch stärkeres Sterben der Knaben im Säuglingsalter wieder ausgleicht. Als die Ursache dieses eigenthümlichen Verhältnisses sieht man den Unterschied der Jahre in den meisten Ehen an, da in der Regel der Ehemann einige Jahre älter ist, als die Frau. So hat man beobachtet, daß nach großen Kriegen oder sonstigen Calamitäten, wo viele junge oder jüngere Männer zu Grunde gehen, mehr Knaben als sonst erzeugt werden; und man hat diese Erscheinung von theologischer Seite dazu benützt, um daraus auf ein angebliches Walten der Vorsehung zu schließen, welche bemüht sei, das schädliche Mißverhältniß wieder auszugleichen, während die viel näher liegende Erklärung aus

natürlichen Ursachen dahin geht, daß in solchem Falle eine Anzahl älterer Männer oder Wittwer, die sonst nicht geheirathet haben würden, zur Ehe schreiten und in Folge des Mißverhältnisses der Jahre mehr Knaben als Mädchen hervorbringen.

Umgekehrt werden, wie es scheint, um so mehr Mädchen erzeugt, je kräftiger, gesünder und in gutem Alter die Mutter ist, und je mehr der Vater im Verhältniß dazu entweder zu jung oder zu alt erscheint, wie dieses namentlich durch Versuche und Beobachtungen in der Landwirthschaft, namentlich in Schäfereien, ermittelt worden ist. Ebenda hat man die Erfahrung gemacht, daß eine um so größere Zahl von weiblichen Thieren erzeugt wird, je mehr der Vater durch häufiges Bespringen erschöpft ist. Häufige Saamenentleerungen wirken, wie leicht begreiflich, und wie schon im Text erwähnt wurde, schwächend auf den Saamen, indem sie denselben dünner und ärmer an wohlausgebildeten Saamenelementen machen, während eine längere Aufbewahrung desselben in den Saamenblasen ihn kräftiger zu machen scheint. Daher kann es kommen, daß selbst kräftige und feurige Männer, wenn sie nicht enthaltsam sind, mehr Mädchen als Knaben das Leben geben, während umgekehrt schwächliche aber enthaltsame Männer mehr Söhne erzeugen. Aus gleichem Grunde ist im Orient oder in polygamischen Ländern (Ländern mit Vielehe) oder Gemeinwesen (Mormonen) das Verhältniß der männlichen und weiblichen Geburten das umgekehrte, wie bei uns, d. h. es werden im Durchschnitt mehr Mädchen, als Knaben erzeugt. Das entgegengesetzte Extrem bieten die Länder mit Polyandrie (Vielmännerei), in denen der Knabenüberschuß ein enorm großer zu sein scheint. So kommen nach Burton und Fremy in polyandrischen Ländern auf 400 Knaben nur ungefähr 100—200 Mädchen.

Auch die bessere oder schlechtere Ernährung der Mutter und damit des Keimes soll nach statistischen Ermittlungen großen Einfluß äußern und im ersteren Fall mehr Mädchen erzeugen. Daher soll es kommen, daß Zwillinge (wegen der weniger guten Ernährung) meist Knaben sind; oder daß auf dem Land, wo man sich weniger gut nährt, als in der Stadt, weit mehr Knaben, als Mädchen zur Welt kommen; oder daß das Gleiche in Fabrikbezirken oder bei unehelichen Geburten der Fall ist; oder daß günstige Nahrungsverhältnisse, billige Fleischpreise, fruchtbare

Jahre u. dgl. mit einem Steigen der Zahl der weiblichen Geburten zusammenfallen u. s. w., u. s. w. Ist diese Ansicht, welche übrigens von anderer Seite stark bestritten wird, richtig, so würde es um so leichter begreiflich werden, warum in Zeiten von Krieg, Seuchen, Hungersnoth, Auswanderung u. s. w., wo die Ernährung der Frauen in erster Linie nothleidet, um so viel mehr Knaben, als Mädchen zur Welt kommen.

57) In Wirklichkeit ist die Schnelligkeit der Elektricität eine weit größere und wird auf 62000 Meilen in der Sekunde angenommen, während die Schnelligkeit des Lichtes nur etwa 41000 Meilen in der Sekunde beträgt. Um die unsre Erde von der Sonne trennende Entfernung (etwa 20 Millionen Meilen) zurückzulegen, würde das Licht etwa acht, die Elektricität nur $5^1/_4$ Minuten nöthig haben. Aber bei der Verwendung der Elektricität zu praktischen Zwecken treten Verhältnisse ein, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bedeutend beeinträchtigen, namentlich arbeiten die unterseeischen Kabel viel langsamer, als gewöhnliche Telegraphendrähte. Auch die Leitungsgüte des Drahtes, welche im Kupferdraht am größten ist, hat bedeutenden Einfluß.

Druck von W. Hartmann in Leipzig-Reudnitz.

Druck von W. Hartmann in Leipzig-Reudnitz.